T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ

BASİT MEKANİZMALAR

Ankara, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iv
ÖĞRENME FAALİYETİ -1 7
1. BASİT MEKANİZMALARI SÖKMEK VE TAKMAK 7
1.1. Mekanizmalar 7
ÖĞRENME FAALİYETİ -1 7
AMAÇ 7
ARAŞTIRMA 7
1.1.1. Mekanizmanın Tanımı 8
1.1.2. Mekanizmaları Oluşturan Temel Elemanlar 8
1.2. Birleştirmenin Tanımı ve Çeşitleri 8
1.2.1. Sökülebilir Birleştirmeler 8
1.2.2. Vidalı Birleştirmeler 8
1.2.3. CIVATA VE SOMUNLAR 14
1.3. FREZEDE DELİK DELME VE BÜYÜTME 24
1.3.1. Frezede Delik Delme ve Büyütmenin Önemi 24
1.3.2. Delme ve Delik Büyütme Aletleri 24
1.3.3. Delme İşlem Sırasının Açıklanması 26
1.3.4. Delik Büyütme İşlem Sırasının Açıklanması 27
1.3.5. Delme ve Delik Büyütmede Dikkat Edilecek Kurallar 27
UYGULAMA FAALİYETİ 28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 30
ÖĞRENME FAALİYETİ -2 33
2. GÜÇ VE HAREKET İLETİMİ 33
2.1. Gücün Tanımı 33
2.1.1. Güç ve Hareket İletimi 35
2.2. Dairesel Harekette Güç ve Döndürme Momenti 36
2.3. Miller ve Muylular 41
2.3.1. Milin Tanımı ve Çeşitleri 41
2.3.2. Muylunun Tanımı ve Çeşitleri 50
2.4. Yataklar 51
2.4.1. Tanımı, Önemi ve Çeşitleri 51
2.4.2. Kayma Dirençli Yataklar 51
2.4.3. Yuvarlanma Dirençli Yatak 54
UYGULAMA FAALİYETİ 59
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 60
MODÜL DEĞERLENDİRME 62
CEVAP ANAHTARLARI 63
KAYNAKLAR 64

AÇIKLAMALAR

ALAN	Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
DAL/MESLEK	Mekatronik Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Basit Mekanizmalar
MODÜLÜN TANIMI	Basit mekanizmaların sökülüp takılması ve dişli çarklar ile hareket aktarımı yeterliliğinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Ortak alan derslerini tamamlamış olmak
YETERLİK	Bu modülü tamamladığınızda temel mekanizmaları sökme ve takma işlemlerini yapabileceksiniz.
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç:** El takımları ile kurallara uygun olarak mekanizmaları söküp takabileceksiniz. **Amaçlar:** **1.** Atölyenizde bulunan mengeneyi doğru olarak parçalarına ayırıp birleştirebileceksiniz. **2.** Frezede delik delme ve delik büyütme işlemlerini yapabileceksiniz. **3.** Milleri dayanım hesaplarına uygun olarak imal ederek hareket aktarımında kullanabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Mekanik atölye **Donanım:** El takımları, torna, freze ve matkap tezgâhı
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Mekanizma Tekniği; Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri alanında önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Otomasyonun günlük hayatımızdaki yeri ve kullanım alanının genişliği göz önüne alındığında bu önem daha da iyi anlaşılacaktır. Günümüzde kullandığımız birçok üretim teknoloji dalları içerisinde olan otomasyon tekniklerinin temelini mekatronik düşünce oluşturmaktadır.

Mekanizmaların genel tasnifi Mekanizma Yapımı modülünde yapılacaktır. Mekanizma Tekniklerinin ilk üç modülünde makine elemanları bilgisi verildikten sonra Mekanizma Yapımı modülünde bunlar tasnif içine alınacaktır.

Okuyacağınız bu Basit Mekanizmalar modülü size mekanizmaların tasarlanıp yapabilme yeterliğini kazandırmayı amaçlamaktadır. Mekanizmaları oluşturan elemanları tanıyarak otomasyon ile üretimde bulunan mekanik sistemleri kullanmanın yanı sıra bakımlarını da yapabilmeniz için gerekli olacak bilgiler, bu modülde anlatılmaktadır.

Basit Mekanizmalar modülünü başarı ile tamamladığınızda sistemi gereğine göre kullanarak karşılaşabileceğiniz sistem tasarımlarında ufkunuzu genişletecek, daha uygun bir çözüme kolaylıkla erişebileceksiniz.

Bu modülde hedeflenen yeterlikleri edinmeniz durumunda, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri alanında daha nitelikli elemanlar olarak yetişeceğinize inanıyor, başarılar diliyoruz.

ÖĞRENME FAALİYETİ -1

AMAÇ

Atölyenizde bulunan mengeneyi doğru olarak parçalarına ayırıp birleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Evinizde, okulunuzda ve çevrenizde bulunan mekanizmaları gözlemleyerek bunları oluşturan parçaları tespit ediniz. Bu parçaların mekanizma içerisindeki görevleri ve nasıl birleştirildiklerini bulmaya çalışınız.

1. BASİT MEKANİZMALARI SÖKMEK VE TAKMAK

Mekanizmaları sökmek ve takmak için öncelikli olarak mekanizma ve mekanizmayı oluşturan elemanların bilinmesi gerekmektedir.

1.1. Mekanizmalar

Mekanizmalar makine devrimi sonrası hayatımızın her alanına yerleşmiş durumdadır.

Şekil 1.1: Basit mekanizma

1.1.1. Mekanizmanın Tanımı

Mekanizmanın tanımı genel olarak şu şekilde ifade edilebilir: Belli bir sonuca ulaşmak için karmaşık bir biçimde düzenlenmiş parçalar birleşimi veya sistem, düzenektir.

1.1.2. Mekanizmaları Oluşturan Temel Elemanlar

Mekanizmayı oluşturan temel elemanlar; gövde, miller, muylular, yataklar, kollar, dişli çarklar, kayış-kasnak tertibatları, kamlar ve bağlama elemanlardır.

1.2. Birleştirmenin Tanımı ve Çeşitleri

İki veya daha fazla parçayı bir arada tutmak için yapılan işleme birleştirme denir. Sökülebilir ve sökülemeyen olmak üzere iki türde yapılır.

1.2.1. Sökülebilir Birleştirmeler

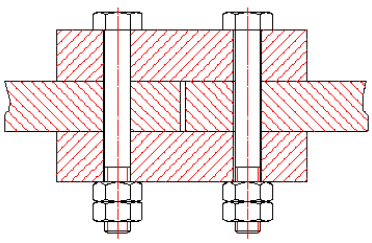
Sökülebilir birleştirmeler; iki veya daha fazla parçanın birbiri ile tahrip olmadan birleştirilmesi ve söküldüklerinde dahi kendi özelliklerini kaybetmeyecekleri şekilde yapılan birleştirme çeşididir. Sökülebilir birleştirmelerin türleri aşağıda sıralandığı gibidir.

- Vidalı birleştirmeler
- Kamalı birleştirmeler
- Pimli birleştirmeler
- Perçinli birleştirmeler

1.2.2. Vidalı Birleştirmeler

İki veya daha fazla parçayı birbirine bağlamak, daha sonra parçaları tahrip etmeden sökmek için özel şekillendirilmiş elemanlar kullanılır. Bu elemanların görevlerini yerine getirebilmesi için silindirik olan gövdelerine özel profilli yivler (dişler) açılmıştır.

Vidalı bağlama (birleştirme) elemanlarının görevlerini yapabilmesi amacıyla kullanma yeri göz önünde bulundurularak değişik isim ve şekillerde yapılır. Ayrıca vidalı birleştirme elemanlarının anahtar, tornavida, el vb. araçlarla sökülüp takılması amacıyla baş adı verilen kısımlarının oluşturulması gerekmektedir.

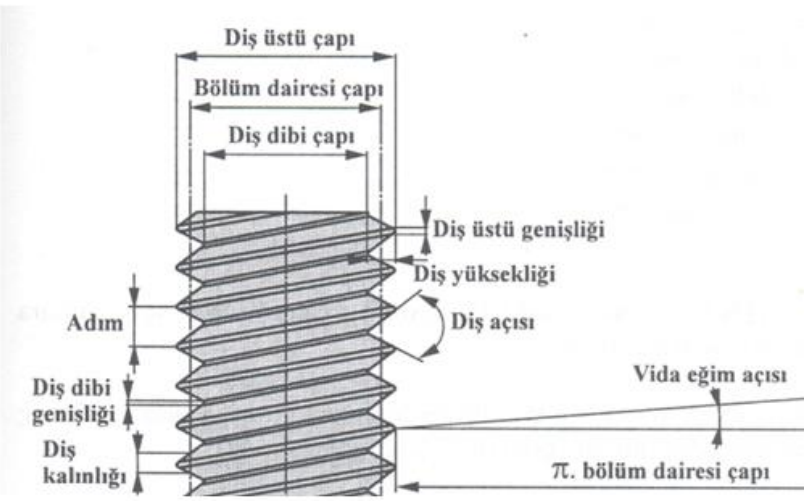


Şekil 1.2: Vida Birleştirme

➢ Vida dişleri

Bir bağlama elemanını meydana getiren en önemli yeri dişleridir. Birleştirmenin yapılabilmesi için bu dişler, çeşitli şekil ve özelliklerde yapılır. Önce dişlerin oluşturulmasında kullanılan temel bazı tanımları tanıyalım.

- **Helis:** Bir eksene, belirli uzaklıkta olan bir noktanın eksen doğrultusunda aldığı yol ile bu esnada bu noktanın açısal yolunun belli bir oranda sabit kalmak koşulu ile çizmiş olduğu yörüngedir.
- **Vida:** Silindir iç ve dış yüzeyler üzerine sarılan helis çizgisi boyunca açılan kanallara vida denir.
- **Dış vida:** Bir silindirin dışında oluşan vidadır.
- **İç vida:** Bir silindirin iç yüzeyinde oluşan vidadır.
- **Diş:** Helisel vida kanalı açıldıktan sonra oluşan çıkıntılardır. Vida dişleri çeşitli profiller de olabilir. Ancak bir vidanın bütün dişleri aynı profildedir.
- **Diş üstü çapı (d) :** Vida açılmış silindirin çapıdır. Pratikte anma ölçüsü olarak adlandırılır.
- **Diş dibi çapı (d_1) :** Vidanın diş dibinden ölçülen çapıdır.
- **Matkap çapı:** İç vidaların açılabilmesi için delinmesi gereken matkabın çapıdır.
- **Bölüm dairesi çapı (d_2) :** Diş üstü çapı ile diş dibi çapı arasında kalan çapın ölçüsüdür. Normalde böyle bir çap yoktur sadece hesaplamalar için kullanılır.
- **Adım (P) :** Vidanın bir tur çevrildiğinde almış olduğu yola denir.
- **Diş yüksekliği (h):** Eksene dik yönde, diş dibi ile diş üstü arasındaki uzaklıktır.



Şekil 1.3: Vida elemanları

- Vida çeşitleri
  - Ölçü sistemlerine göre:
    - Metrik
    - Whitworth
  - Diş profillerine göre:
    - Üçgen vidalar
    - Trapez vidalar
    - Testere vidalar
    - Yuvarlak vidalar
    - Kare vidalar
    - Özel vidalar
  - Kullanım amacına göre:
    - Bağlantı vidaları
    - Hareket vidaları
    - Boru vidaları
  - Diş aralığına göre:
    - Norm vidalar
    - İnce diş vidalar
  - Ağız sayısına göre:
    - Tek ağızlı vidalar
    - Çok ağızlı vidalar
  - Helis yönüne göre:
    - Sağ vidalar
    - Sol vidalar
  - Kullanım alanına göre:
    - Sac vidaları
    - Ağaç vidaları

- **Ölçü sistemlerine göre vidalar:** Sınıflandırmada yer alan ve tanıma uyan her vida, metrik (mm) sisteme ya da whitworth (inch) sisteme göre yapılabilir. Fakat uluslararası (ISO), Avrupa (EN) ve Türk Standartları'nda (TSE) metrik sistem yaygın olarak kullanılmaktadır.

  - **Metrik vidalar:** TS 61/1'de tanımlanan metrik vidalarda, vida elemanlarının boyutsal birimi mm'dir. İki diş arası adımla ifade edilir.

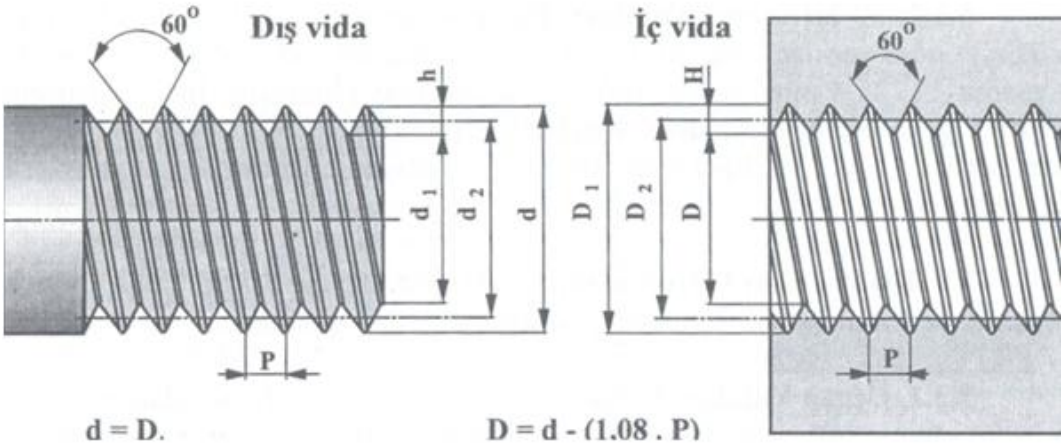
  - **Whitworth vidalar:** Boyutlandırılması inch (parmak) ölçü sistemine göre yapılan vida türüdür. Metrik vidalardaki adım değeri yerine, bu vidalarda 1" (25,4 mm) uzunluktaki diş sayısı esas alınmıştır. İnch sisteminin kullanıldığı ülkelerde hazırlanan standartlarda, whitworth vidanın anma çapına göre; serileri, boyut ve diğer özellikleri belirlenmiştir. Ülkemizde de whitworth vidalar kullanılmaktadır.

- **Diş profillerine göre vidalar:** Vida eksenine göre bakıldığında, dişlerin biçimi diş profilini ifade eder. Dişler çeşitli profillerde yapılabilir.

- **Üçgen vidalar:** Bağlantı amacıyla kullanılan bu vidalar, metrik ya da inch sistemine göre yapılabilirler. Metrik sisteme göre yapılanlar; eşkenar üçgen profilli, tepe açısı 60° dir. TS 61/2' de normal adımlı, anma çapı 1-68 mm arasındaki vidaların boyutları belirlenmiştir. Metrik üçgen vidaların sembolü "M" ile gösterilir.

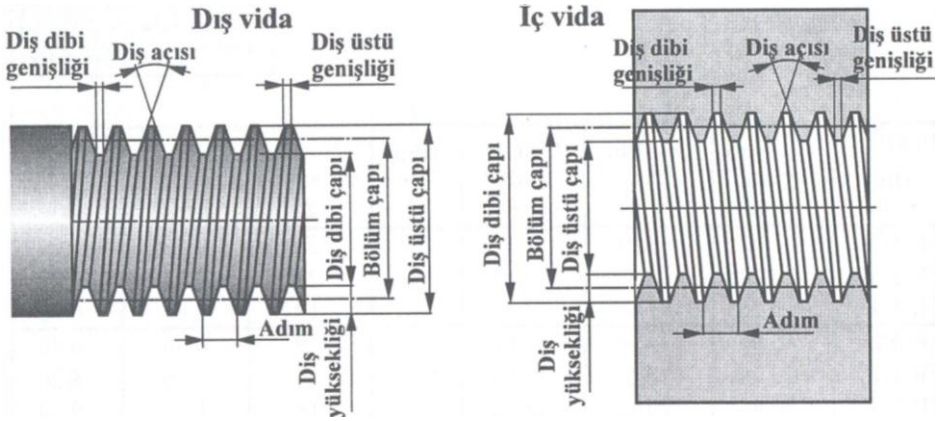
Kısa gösterimlerde anma ölçüsünün başına "M" sembolü getirilir, anma ölçüsünden sonra standart numarası yazılır. Anma ölçüsü 16 mm, adımı 2 mm olan standart üçgen vidanın gösterilişi M 16 TS 61/2 şeklindedir.

Whitworth üçgen vidalar, anma ölçüsü inch sistemine göre tepe açısı 55° olan üçgen profilli vidalardır. Vida tablolarında adım değeri yer almaz. Bunun yerine 1" uzunluktaki diş sayısı verilir.



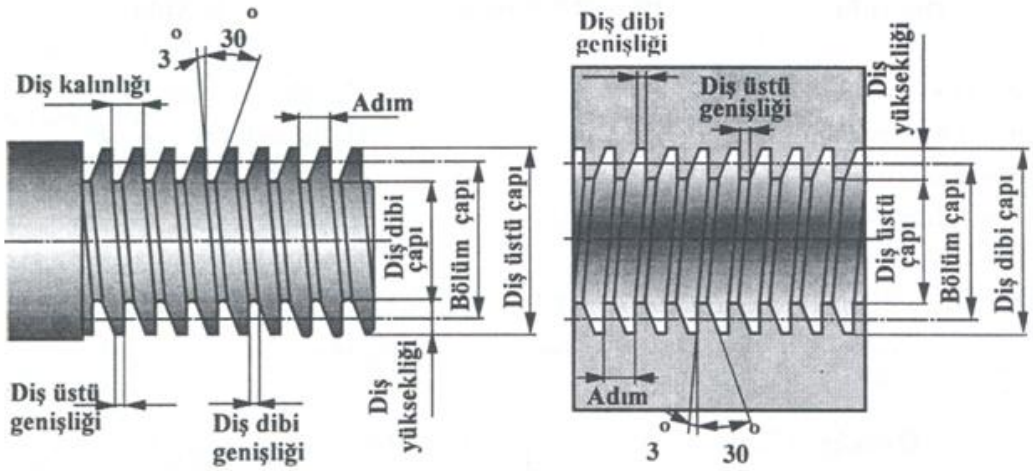
Şekil 1.4: Üçgen vidalar

- **Trapez vidalar:** TS 61/60'ta diş profilleri standartlaştırılan bu vidaların diş biçimi, tepe açısı 30° olan kesik üçgendir. TS 61/61'de metrik, trapez vida; ince-kaba-orta serileri, TS 61/63–67'de dış ve iç vida için sınır ölçü değerleri belirlenmiştir. Trapez vidanın sembolü "Tr" ile ifade edilir. Hareket iletmek amacıyla tezgâh tablası, vidalı pres, mengene mili vb. yerlerde kullanılır. Kısa gösterilişi Tr 24 x 5 TS 61/61 şeklinde yapılır.



Şekil 1.5: Trapez vida

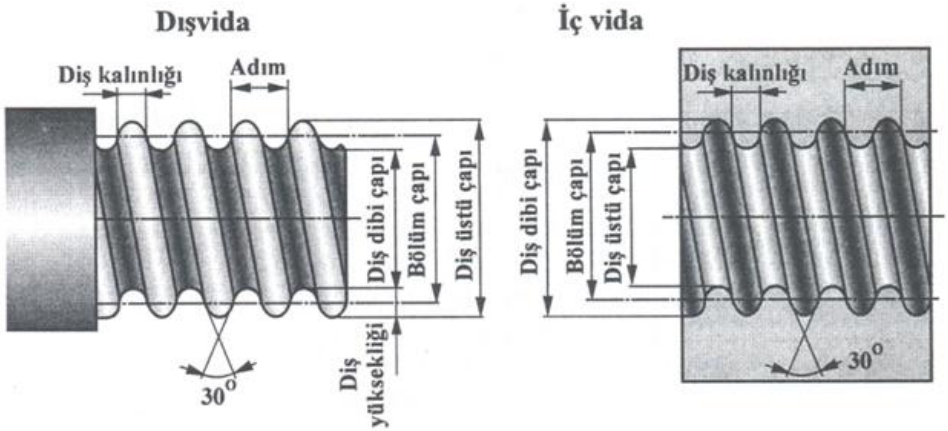
- **Testere dişli vidalar:** TS 61/95'te vida profili belirlenmiş, 30° açılı, diş profilleri testere dişine benzeyen, genellikle tek yönlü kuvvet ve hareket iletiminde kullanılan vidadır. Diş profil açısı tek yönlü olarak yapılmış, dış vidanın diş dipleri yuvarlatılmıştır. Bölüm çapından diş üstü çapına 3°lik açı verilerek profil açısı 30+3=33°ye yükseltilmiştir. TS61/96–99'da biçim ve boyutları standartlaştırılmıştır. Kısa gösterimlerde "Te" sembolü ile ifade edilir. Sembolden sonra vidanın anma çapı, adımı ve standart numarası yazılır. Diş üstü çapı 40 mm, adımı 7 mm olan testere vida, Te 40 x 7 TS 61/96 şeklinde gösterilir.



Şekil 1.6: Trapez vida

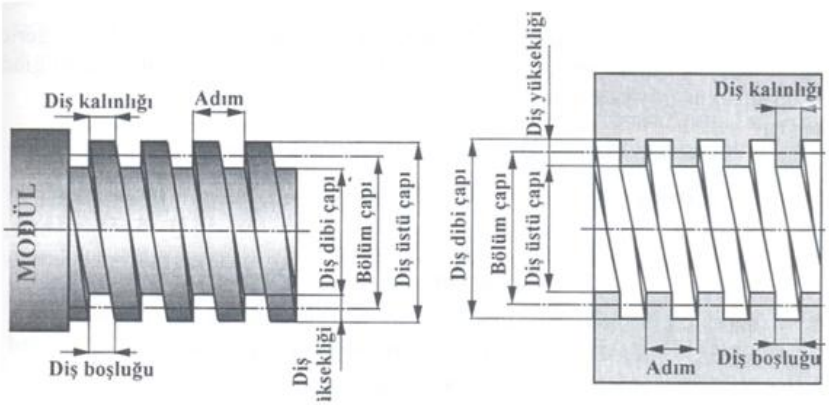
- **Yuvarlak vidalar:** Tepe açısı 30° , diş dibi ve diş üstü yuvarlatılmış hareket vidasıdır. Diş profilleri yuvarlak olduğu için, sürtünme yüzeyleri azdır. Su vanaları, hortum bağlantı rakorları, plastik ve cam gereçlerin kapak vidaları vb. yerlerde kullanılır. TS 61/114'te standartlaştırılmış, boyut ve anma ölçüleri verilmiştir. Yuvarlak vida "Yv" sembolü ile gösterilir. Anma ölçüleri mm, adımları 1"taki diş sayısı olarak verilir.

Kısa gösterimlerde; vida anma ölçüsü, 1"taki diş sayısı ve standart numarası verilir. Yv 48 x 1"/6 TS 61/114 gibi.



Şekil 1.7: Yuvarlak vida

- **Kare vidalar:** Diş dolusu ve diş boşluğu kare profilli olan hareket vidasıdır. Diğer vidalara göre yapımı kolay olduğu için çok kullanılır. Metrik ve inch ölçüsüne göre yapılır. İstenilen çap üzerine, ihtiyaca cevap verecek şekilde; istenilen adımda, kare vida açılabilir. Standardı yoktur. Sembolü "Kr" dir. Kısa gösterimlerde; sembol, diş üstü çapı, adımıyla ya da 1"taki diş sayısı gösterilir. Kr 30 x 5, Kr 30 x 1"/6 gibi.



Şekil 1.8: Kare vida

1.2.3. CIVATA VE SOMUNLAR

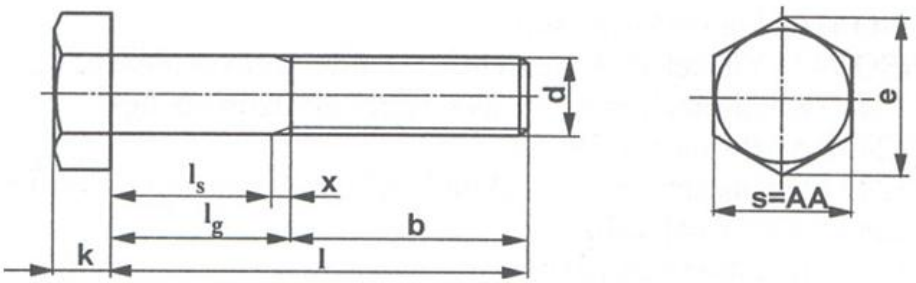
- **Cıvatalar**

Özel baş biçimine sahip, silindirik gövde üzerine belli boylarda diş açılmış bağlantı elemanlarına cıvata denir. Civatalar kullanma yerinde bazen tek başına bağlantı elemanı olarak bazen de uygun bir somunla birlikte kullanılır. Civataların diş açılmış kısımları üçgen vida profillidir. Baş kısımları özel tezgâhlarda dövülerek, sıcak veya soğuk şekillendirilerek yapılır. Dişler TS'de belirlenen standartlara uygun olarak açılır.

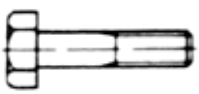
Türk Standartları'na göre bazı cıvata çeşitleri şunlardır:

1. Altı köşe başlı cıvatalar,
2. Dört köşe başlı cıvatalar,
3. Silindir başlı, gömme, altı köşe yuvalı cıvatalar,
4. Yuvarlak, bombe başlı cıvatalar,
5. Kare çekiç başlı cıvatalar,
6. Mercimek başlı cıvatalar,
7. Tırtıl başlı cıvatalar,
8. Havşa başlı cıvatalar,
9. Delik başlı cıvatalar.

Altı köşe başlı cıvatanın resim kurallarına uygun çizimi ve sembollerle ifade edilmesi aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 1.9: Cıvata çizimi

ISO	Örnek çizim	Açıklama	ISO	Örnek çizim	Açıklama
2009		Havşa başlı tornavida yarıklı metrik cıvatalar	7411		AKB. yüksek mukavemetli geniş anahtar ağızlı cıvatalar
4014		Altı köşe başlı cıvatalar mamul kalitesi A ve B	7412		AKB. yüksek mukavemetli geniş anahtar ağızlı cıvatalar
4016		Altı köşe başlı cıvatalar mamul kalitesi C	8676		AKB metrik ince tam dişli cıvatalar mamul kalitesi A ve B
4017		Altı köşe başlı tam diş metrik cıvatalar mamul kalitesi A ve B	8765		AKB metrik ince dişli cıvatalar mamul kalitesi A ve B
4018		Altı köşe başlı tam diş metrik cıvatalar mamul kalitesi C	4762		İmbus cıvatalar

Şekil 1.10: Çeşitli cıvatalar ve norm numaraları

- Somunlar

İç yüzeyine vida açılmış, dış yüzeyi altıgen, kare, yuvarlak ya da farklı profilde olan, saplama veya cıvatalarla kullanılan makine elemanlarına denir.

➢ Altı köşe somunlar

Geniş kullanım alanına sahiptir. TS 61'de özellikleri ve çeşitleri belirlenmiştir. Altı köşe somun çeşitleri şunlardır:

1. TS 1026/2-3 Altı köşe normal somun,
2. TS 1026/6 Altı köşe, ince, normal adımlı somun,
3. TS 1026/50-51-52-53 Taçlı somun,
4. TS 1026/60-61 Kanallı somun,
5. TS 1026/90-91-92 Faturalı somun,
6. TS 1026/100 Bombeli somun,
7. TS 1026/101 Şapkalı somun

Aşağıda bazı altı köşe somun çeşitlerinin özelliği ve kullanım yeri hakkında bilgi verilmiştir.

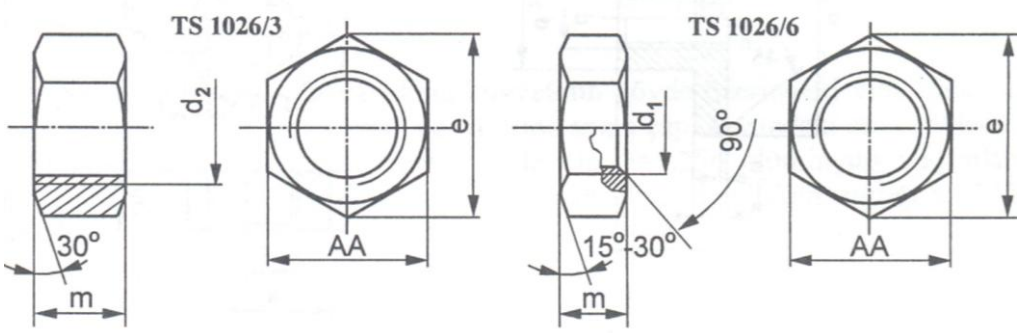
Taçlı somun: Sökülmeye karşı emniyet istenen yerlerde, kopilya pimle kullanılır.

Faturalı somun: Geniş baskı yüzeyi oluşturmak amacıyla, rondelasız kullanılır.

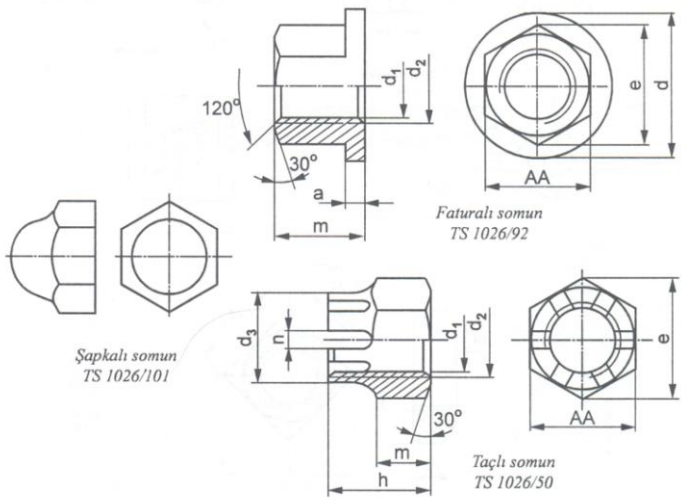
Bombeli somun: Alın yüzeyi bombelidir. Oynak mafsallı bağlantılarda kullanılır.

Şapkalı somun: Rutubetli ortamlarda kullanılır.

Kanallı somun: Mil uçlarında vida çalışma boşluğunu ayarlamak amacıyla kontra somun olarak kullanılır.

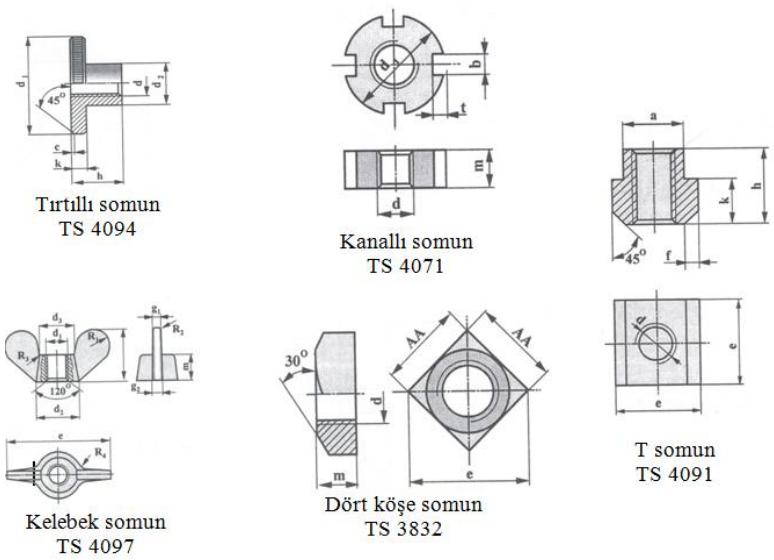


Şekil 1.11: Somun ölçüleri



Şekil 1.12: Altı köşe somun çeşitleri

Diğer Somun Çeşitleri: Altı köşe somun dışında kalan, özel amaçlar için kullanılan somunlardan bazıları aşağıda gösterilmiştir.

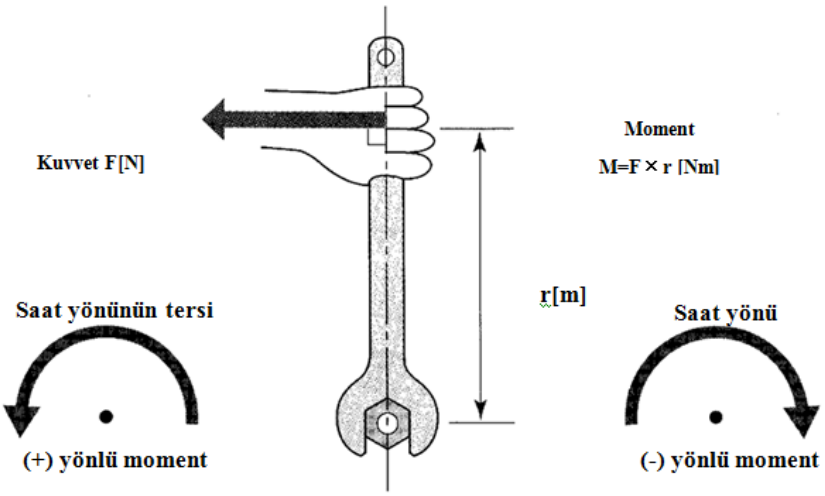


Şekil 1.13: Çeşitli somun türleri

- Cıvata ve somunlarda sıkma kuvveti

Moment:

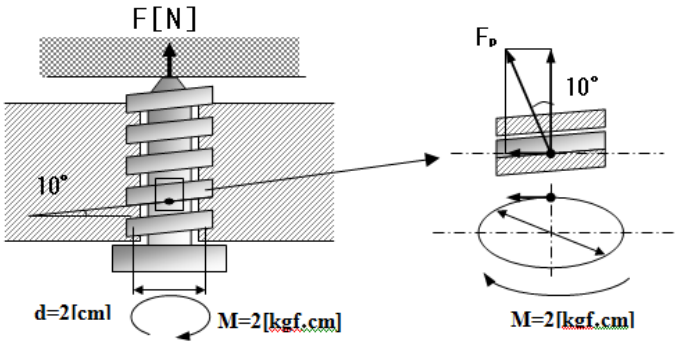
Cisimleri döndüren kuvvet moment olarak tarif edilir. (M[N · m]) Ya da kuvvetlerin döndürücü tesirine moment denir. Makine alanında dönen kuvvetler ele alındığında moment sıklıkla kullanılır. Moment vektörel bir büyüklük olduğundan saat yönünün tersi (+), saat yönü (-) olarak alınır.



Şekil 1.14: Momentin yönü

Soru:

Bir kare vida, şekildeki objeyi itmektedir. Vidaya 2[kgf.cm]'lik M momenti uygulandığındaki F[N] itme kuvvetini bulunuz. Buradaki sürtünmeyi sıfır kabul ediyoruz ve şekil üzerindeki bir noktadaki kuvvetle ilgileniyoruz. Gerçekte vidanın yüzeyi ile yuvasında geniş bir yüzeyle temas vardır.



Şekil 1.15: Vidalarda sıkma kuvveti

[Cevap]

Sürtünme 0 olduğundan kuvvet temas noktasında yüzeye dik olmak zorundadır. Buna Fp diyelim, vida merkezine göre momentin dengesinden hareketle,

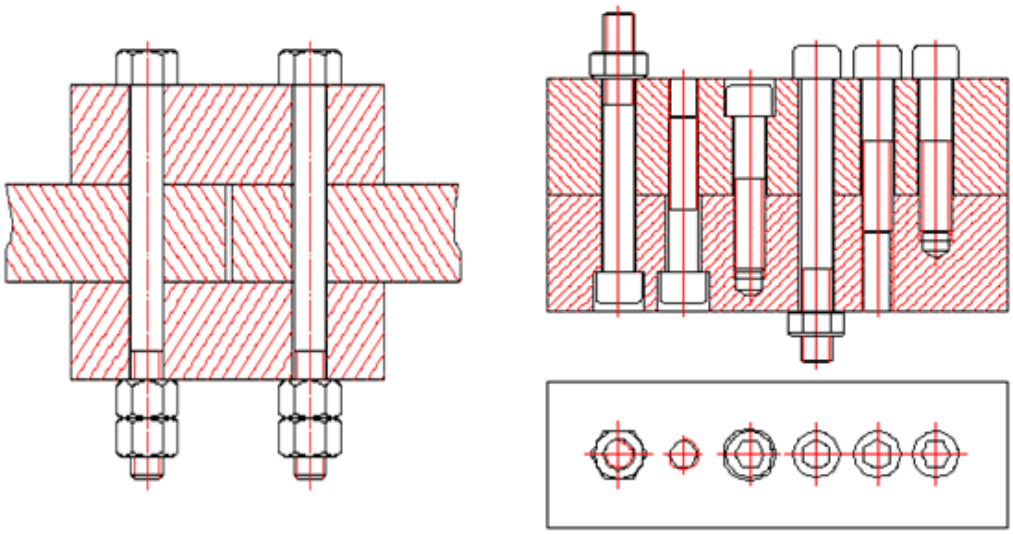
$$Fp.\sin 10°.(\frac{d}{2})=M$$

$$Fp=\frac{2.M}{d.\sin 10°}=\frac{2.2[kgf.cm]}{2[cm].0,173}=11,56[kgf]$$

Vidanın merkezine göre kuvvetlerin dengesinden,

$F = Fp.\cos 10°$ şimdi Fp'yi yerine koyalım,

$F= 11,56[kgf]. 0,984 = 11,375[kgf]$



Şekil 1.16: Cıvatalı birleştirme türleri

1.2.3.1. Kamalı Birleştirmeler

Kamaların tanımı ve sınıflandırılması: Mil üzerinde çalışan ve mille birlikte dönmesi istenen; dişli çark, kasnak, kavrama vb. makine parçalarını sökülebilir biçimde bağlayan elemanlara kama denir.

Çalışma konumlarına göre kamalar	Genişlik ve yükseklik oranına göre kamalar	Biçimine göre kamalar	Temas yüzeyine göre kamalar	Alın yüzeyine göre kamalar
Enine kamalar	Kalın kamalar	Yarımay kamalar	Eğimli kamalar	Düz alınlı kamalar
Boyuna kamalar	İnce kamalar	Memeli kamalar	Eğimsiz kamalar	Yuvarlak alınlı kamalar
Teğet kamalar	Yassı kamalar		Oyuklu kamalar	
			Düz kamalar	

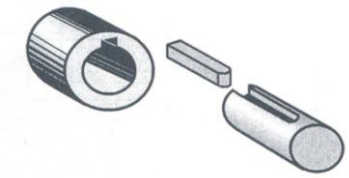
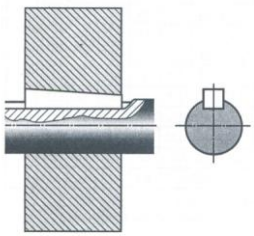
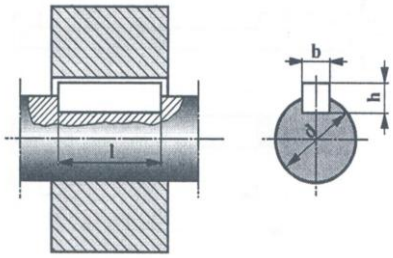
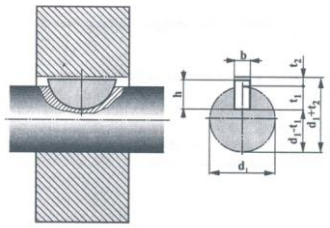
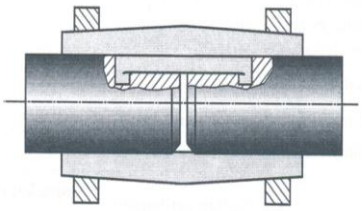
Şekil 1.17: Kama türleri

TS 147'de kamaların standartları tablo halinde belirlenmiştir. Aşağıda TS 147'ye göre kama standartları verilmiştir.

TS 147/1 Eğimli, düz kama (tür A yuvarlak alınlı, tür B düz alınlı).
TS 147/2 Eğimli, düz, yassı.
TS 147/3 Eğimli, düz, oyuklu kama.
TS 147/4 Eğimli, düz, çakma (burunlu) kama.
TS 147/5 Eğimli, düz, yassı, çakma (burunlu) kama.
TS 147/6 Eğimli, düz, oyuklu, çakma (burunlu) kama.
TS 147/7 Teğet kama.
TS 147/8 Değişken yükler için eğimli, teğet kama
TS 147/9 Eğimsiz (paralel yüzeyli), ince kama (tür A, B, C, D).
TS 147/10 Takım tezgâhları için eğimsiz (paralel yüzeyli), kalın kama (tür A, B, C).
TS 147/11 Eğimsiz (paralel yüzeyli), ince kama (tür A, B, C, D).
TS 147/12 Yarım ay kama.
TS 147/13 Memeli kama.

Siparişlerde parça listesinde kamanın adı, türü, TS numarası, genişlik X yükseklik X boy ölçüleri ve gereci sırayla yazılır. Eğimli, düz kama TS 147/1 –A 12x8x90- C45 gibi.

Kama kanalları: Mil üzerine, değerlere uygun olarak parmak freze veya testere freze çakısıyla açılır. Dişli göbeği içine ise, vargel tezgâhında, freze tezgâhında ya da broş (tığ çekme) tezgâhlarında açılır.

<table>
<tr><td colspan="2"> 
Kamanın mil ve göbeğe takılışı</td></tr>
<tr><td> 
Eğimli düz kamanın takılmış hâli</td><td> 
Eğimsiz düz kamanın takılmış hâli</td></tr>
<tr><td> 
Yarım ay kamanın takılmış hâli</td><td> 
Kovanlı kavramada, memeli kamanın kullanılması</td></tr>
</table>

Şekil 1.18: Kamalar ile ilgili uygulama örnekleri

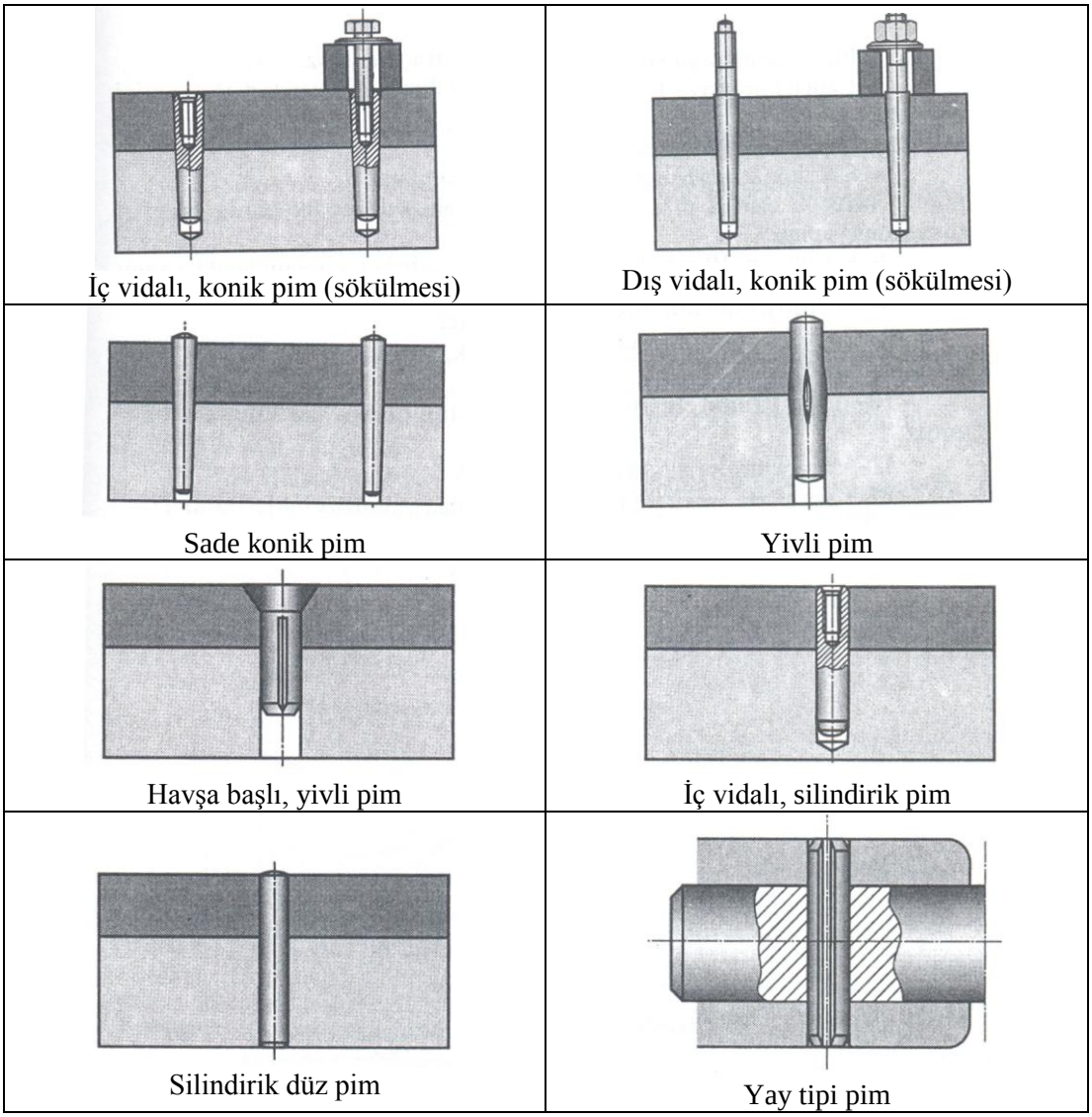
1.2.3.2. Pimli Birleştirmeler

Pimlerin tanımı ve sınıflandırılması: Birden fazla parçayı, istenilen konumda tutma, parçalar arası yatay ve düşey kaymayı önleme, merkezlemeyi sağlama amacıyla kullanılan makine elemanlarına denir. Aşağıda gösterildiği gibi sınıflandırılmıştır.

Silindirik pimler	**Konik pimler**	**Yivli pimler**	**Yay tipi pimler**
Silindirik düz pim	Sade konik pim	Boydan boya yivli pim	Boru tipi yaylı pim
Silindirik düz sertleştirilmiş pim	İç vidalı konik pim	Yarıya kadar yivli pim	Tel tipi yaylı pim
Silindirik iç vidalı pim	Dış vidalı konik pim	Pilotlu yivli pim	
Silindirik iç vidalı sertleştirilmiş pim		Konik yivli pim	
Vidalı pim		Havşa başlı yivli pim	
		Silindirik başlı yivli pim	

Şekil 1.19: Pim türleri

TSE'nin yeni düzenlemelerinde ISO ve EN normlarına uygunluk açısından her pim türüne bir standart numarası verilmiştir.



Şekil 1.20: Pimli birleştirme örnekleri

1.2.3.3. Sökülemeyen Birleştirmeler

İki veya daha fazla parçanın birbiri ile birleştirilmesi işleminden sonra parçalar tekrar ayrılmak istendiğinde birleştirilen veya birleştiren elemanlarda sökülme sonucunda şekillerinde bir bozulma oluyor ise bu tür birleştirmelere sökülemeyen birleştirmeler denir. Başlıca sökülemeyen birleştirme çeşitleri:

1- Perçinli birleştirmeler
2- Yapıştırıcılar ile birleştirmeler
3- Kaynaklı birleştirmeler

1.2.3.4. Perçinli Birleştirmeler

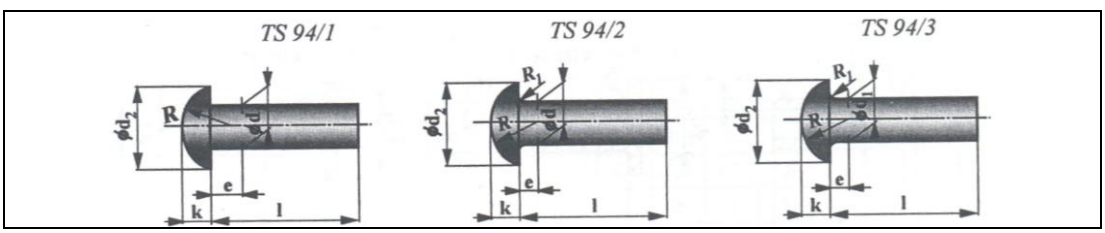
Perçinin tanımı ve çeşitleri: Makine parçaları, sac levhalar, kayış, balata vb. elemanların sökülemez biçimde birleştirilmesinde kullanılan; bir başı hazır, diğer başı montajda biçimlendirilen, silindirik yapılı elemanlara denir. Perçinler TS 94'te standartlaştırılmış ve sınıflandırılmıştır.

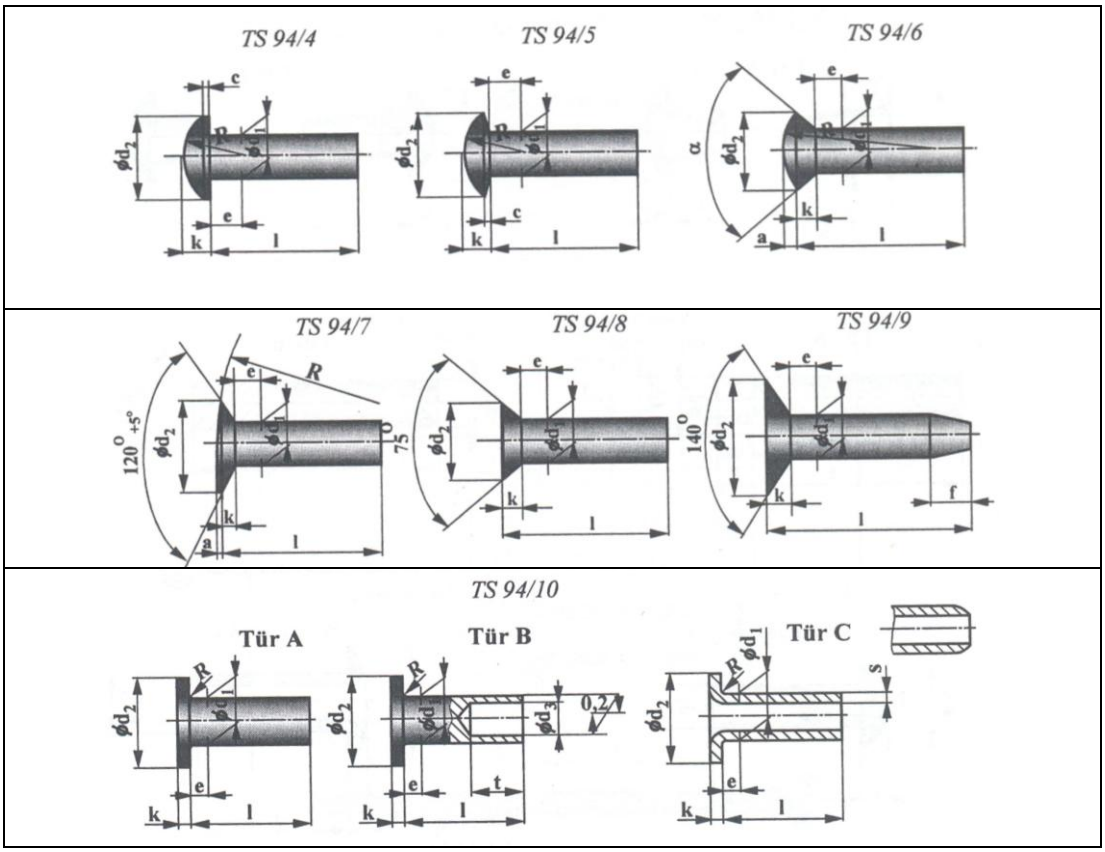
Çelik yapı bağlantıları, mutfak eşyaları, lokomotif sanayi, giyim sektörü vb. alanlarda kullanılır. Kullanma alanı ve amaca bağlı olarak çelik alüminyum, alüminyum alaşımları, bakır ve bakır alaşımlarından yapılır.

Perçin standartlarından bazıları aşağıda sıralanmıştır.

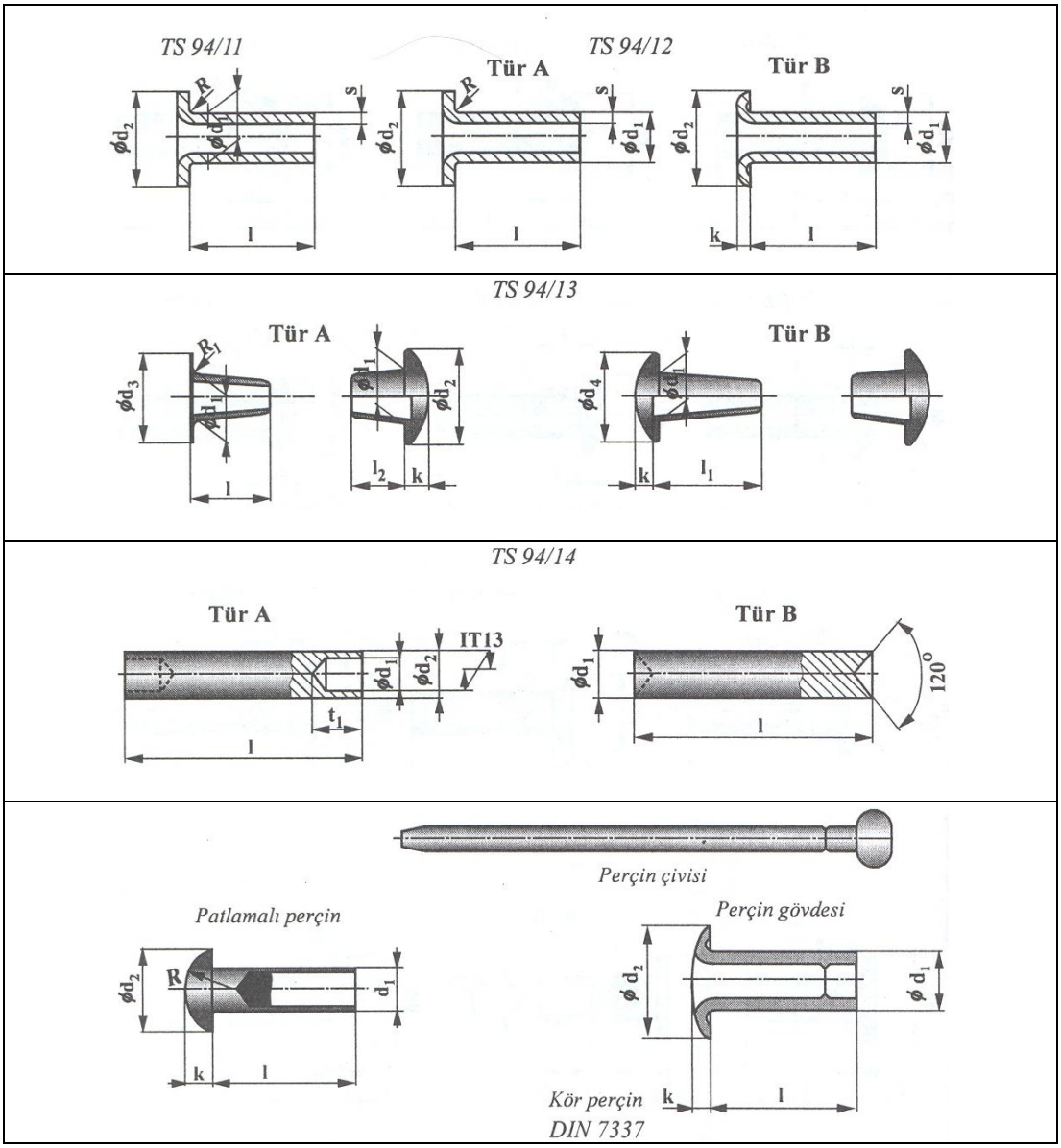
TS 94/1-2-3 Yuvarlak başlı perçin	**Başlı perçinler**
TS 94/4 Yassı, yuvarlak başlı perçin	
TS 94/5-6 Havşa mercimek başlı perçin	
TS 94/7 Havşa yassı mercimek başlı perçin	
TS 94/8-9 Havşa düz başlı perçin	
TS 94/10 Silindir başlı perçin	
TS 94/11 Banttan çekilmiş perçin	**Delikli perçinler**
TS 94/12 Borudan yapılmış perçin	
TS 94/13 İki parçalı perçin	
TS 94/14 Çubuk perçin	**Başsız perçinler**

Yukarıda verilen perçin standartlarının haricinde kör perçin, patlamalı perçin, pimli perçin gibi özel perçin çeşitleri de bulunmaktadır.





Şekil 1.21: Perçin çeşitleri



Şekil 1.22: Perçin çeşitleri

Perçinleme:

Bir başı hazır olarak gelen perçin, perçin deliğinden geçirilerek perçin zımbası veya çekiçle elde biçimlendirilir. Kalıp yardımıyla perçinleme ise preslerde sıcak ya da soğuk olarak yapılır. Perçinleme işleminde perçin yüzeyleri temiz ve düzgün olmalıdır. Soğuk biçimlendirilen perçinlere normalleştirme tavı uygulanır. Biz atölyemizde genellikle perçin tabancası ile perçinleme işlemi yapmaktayız. Gerektiğinde de çekiç ve kalıp kullanarak da perçinleme işlemi yapılabilmektedir.

Perçinleme çeşitleri:

Perçinlenen parçanın konumuna göre: Bindirmeli, yamalı perçinleme.

Perçinin kesim sayısına göre: Bir-iki-üç kesimli perçinleme.

Perçin sırasına göre: Bir sıralı, iki sıralı perçinleme.

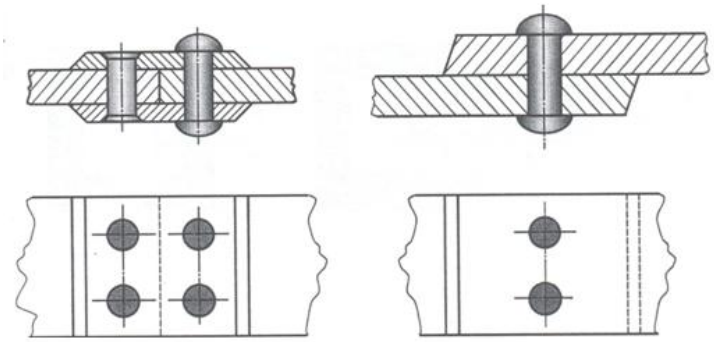
Perçinleme amacına göre: Sağlam, sızdırmaz, sağlam-sızdırmaz perçinleme.

Sağlam perçinleme: Çatı ve köprü gibi çelik yapılarda kullanılır.

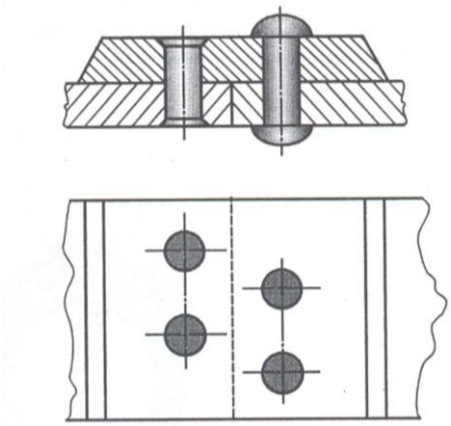
Sızdırmaz perçinleme: Su tankları, mutfak gereçleri, su oluklarında kullanılır.

Sağlam-sızdırmaz perçinleme: Buhar kazanı, basınçlı su ve yağ tanklarında kullanılır.

Özel perçinleme: Özel tip perçinlerle yapılan perçinleme.



Şekil 1.23: Perçinleme çeşitleri



Şekil 1.24: Perçinleme çeşitleri

Şekil 1.25: Perçin tabancası

1.2.3.5. Yapıştırıcılar ile Birleştirmeler

Eskiden ahşap, kösele, kâğıt, porselen, lastik gibi malzemeler için kullanılan yapıştırma usulü, son zamanlarda yeni yapıştırma malzemelerinin geliştirilmesiyle büyük ölçüde madeni parçaların bağlanmasında kullanılmaktadır.

Yapıştırma, zamk denilen yapıştırıcı madde ile meydana getirilen bir bağlama usulüdür. Yapıştırılacak yüzeylerin üzerine çok ince (0,1 …. 0,3mm) bir zamk tabakası sürüldükten sonra, belirli bir süre (5 dakika ile 50 saat) basınçsız olarak veya basınç altında (20 daN/santimetrekareye kadar) tutularak bağlantı meydana getirilir. Bağlantının mukavemeti, zamkın molekülleri ile parçaların yüzeyleri arasında meydana gelen **adhezyon** olayına dayanır. Böylece yapıştırma bağlantıları fiziksel bir nitelik taşır. Yapıştırma işlemi oda sıcaklığında veya bunun üstünde (200°C'ye kadar) yapıldığından ısı faktörü önemli değildir. Bu yüzden yapıştırma yolu ile bağlanan çok ince parçalarda ısının sebep olduğu şekil değiştirmeler veya çarpılmalar meydana gelmez ancak bağlantının ısıya karşı mukavemeti lehim bağlantısına nazaran daha azdır. Bu nedenle yapıştırma bağlantılarının kullanıldıkları yerde işletme sıcaklığı en fazla 100°C olabilir.

Hassas cihaz tekniğinde, elektronik ve optik sanayi kollarında çok uygulanan bu yöntem son zamanlarda makine konstrüksiyonlarında da uygulanmaya başlamıştır.

- Malzeme ve teknoloji

Yapıştırma malzemesi olarak dünyada çeşitli tipte zamklar kullanılmakta olup çeşitli isimler (Araldit, Redux) ve semboller (404) altında tanımlanmaktadır. Metallerin bağlanmasında kullanılan zamkların ana malzemesi fenol, epoksit, polyester ve akril reçineleri gibi yapay reçinelerdir.

Genel olarak yapıştırma malzemeleri oda sıcaklığında katılaşan soğuk zamklar ve 80°-100°C arasında katılaşan zamklar olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Sıcak zamklar

ile yapılan yapıştırmalar basınçlı ve basınçsız olarak gerçekleştirilebilir. Soğuk zamklar ile yapılan birleştirmeler özellikle yapıştırıcı ve katılaştırıcı olmak üzere iki bileşenden meydana gelir. Sıcak zamklar ise katı hâlinde bulunur ve tek bileşenlidir. Zamklar katı, pasta veya toz hâlinde bulunabilir.

Teknoloji bakımında yapıştırma işlemi aşağıda gösterilen ana kademelerden oluşmaktadır.

a) Ön hazırlık: Yapıştırılacak yüzeyler işlenir ve temizlenir.
b) Zamkın hazırlanması: İki bileşenli zamklardaki yapıştırıcı ve katılaştırıcı bileşenler yapıştırma işleminden önce birbirine karıştırılır ve bir süre bekletilir veya derhal yüzeylerin üzerine sürülür.
c) Zamkın yüzeylere sürülmesi zamkın cinsine göre fırça veya tabanca ile yapılır. Burada dikkat edilecek husus zamk tabakasının belirtilen incelikte olmasıdır.
d) Zamk sürüldükten sonra parçalar bir süre bekletilir. Zamkın cinsine göre bu süreler imalatçı tarafında belirtilir.
e) Parçalar, zamkın cinsine bağlı olmak üzere basınç altında veya basınçsız olarak birbirleri ile temas ettirilir. Bu işlem 5 dakika ile 50 saat arasında değişir. Yapıştırmanın başarılı olması büyük ölçüde teknolojik işlemlere bağlıdır.

Ayrıca bağlantının mukavemeti aşağıda gösterilen faktörlere bağlıdır:

- Yapıştırılan malzemesinin cinsi,
- Yapıştırma malzemesinin (zamkın) cinsi,
- Tavsiye edilen teknolojinin uygulanması,
- Zamk tabakasının kalınlığı,
- Sıcaklık ve yaşlanma.

Bu faktörlerin etkileri ancak deney yolu ile elde edilebilir.

1.3. FREZEDE DELİK DELME VE BÜYÜTME

Bütün makine gövdelerinin iç ve dış yüzeylerinde, çeşitli amaçla kullanılan delikler bulunur. Bunların çoğu milleri taşımak için yuvalar ve montaj delikleridir. İş parçası ne olursa olsun gereken deliğin uygun araçlarla delinmesi ve görevine uygun delik içinin de işlenmesi gerekir.

1.3.1. Frezede Delik Delme ve Büyütmenin Önemi

Freze tezgâhları, delik delme ve büyütme işlemlerinde fazlaca kullanılır. Freze tezgâhlarında tablanın boyuna hareketindeki hassasiyetinden dolayı frezeleme ile merkezler arası hassas olan deliklerin açılması ve büyütülmesi kolaylıkla yapılır. Ayrıca üniversal başlıkla yatar veya eğik düzlemler üzerindeki delikler de frezelerde hassas olarak işlenir. Freze tezgâhları, özellikle döküm parçalar üzerindeki kanalların işlenmesinde önemli makinelerdendir.

1.3.2. Delme ve Delik Büyütme Aletleri

Freze tezgâhlarında delme işlemleri çeşitli matkaplarla yapılır. Matkabın bağlanacağı mandren, işin durumuna ve konumuna göre üniversal başlığa veya freze malafasının yerine takılır. Kullanılan matkap konik saplı ise redüksiyon kovanları (içi mors, dışı dik konik) kullanılması gerekir. Silindirik saplı matkapların daha sargısız ve daha kuvvetli bağlanması için pensli mandren ve pens düzeneği kullanılması uygun olur.

.

1.3.2.1. Üniversal Delik Büyütme Başlığı

Düşey ve üniversal frezelerde bir deliği büyütmek için üniversal delik büyütme başlıkları kullanılır. Kendi gövdesinde, iki düzlemde de 360º döndürülerek düşey ve yatay konumda çalışan üniversal başlıklara konik saplı matkaplar, başlığa doğrudan doğruya veya kovan aracılığı ile bağlanır. Bunlarda da adaptörlerden yararlanılır. Silindirik saplı matkapları başlığa bağlamak içinde pens düzeneği veya mandren kullanılır. Hatasız ve salgısız bağlamak için pens düzeneği tercihen kullanılır.

1.3.2.2. Delik Delme için Kullanılan Kesiciler

- Silindirik saplı matkaplar
- Konik saplı matkaplar
- Punta matkapları
- Havşa matkapları
- Parmak frezeler
- Takma uçlu matkaplar

1.3.2.3. Takma Uçlu Delik Büyütme Aletleri

Takma uçlu parmak frezeler ve kalemler delik büyütme işleminde kullanılırlar. Uçlarına sert maden uç veya HSS kalem takılan aletlerdir. Takılacak uçlar işlenecek malzemenin özelliğine göre seçimi yapılır. Bu tip uçlar daha çok kullan-at şeklindedir.

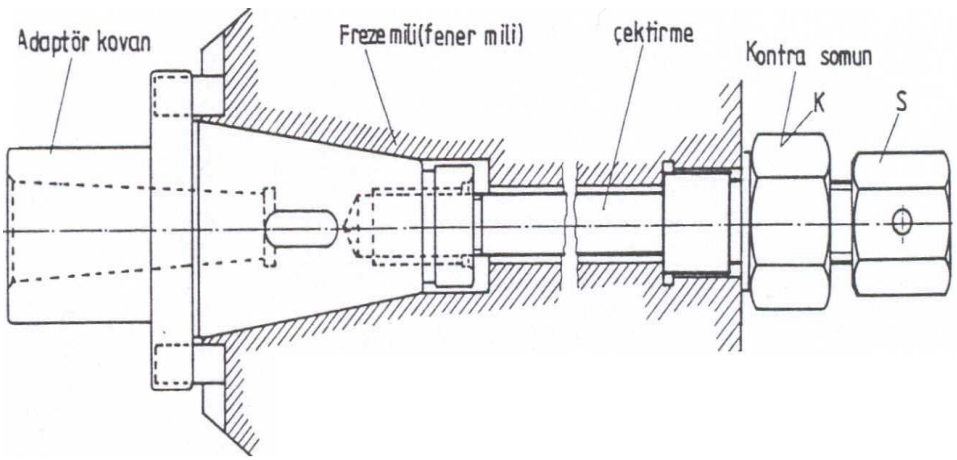
Şekil 1.26: Delik büyütme aparatı

1.3.2.4. Parmak Frezeler

Parmak frezeler birçok tipte yapılır. Bunlara 'saplı silindirik frezeler' veya 'şaftlı silindirik frezeleri' de denir. Çevresinde, kesici ağızları, dişleri iki ve üç ağızlı olanlar, kama oluklarının açılmasında ve delik delme işlemlerinde kullanılır. Parçaya dalabilen tiplerinin alnında kesici ağızlar bulunur. Sap kısımları, freze çapına uygun olarak küçük çaplı freze çakılarında silindirik, büyük çaplı freze çakılarında ise mors koniği biçiminde yapılır**.**

1.3.2.5. Freze Tezgâhına Bağlanma ve Sökülmeleri

Freze çakıları tezgâh ve yardımcı araçlarına çakı şekillerine ve işlenecek parçanın durumuna göre bağlanır. Freze çakıları delik delme ve büyütme işleminde freze tezgâhı fener mili yuvasına ve dik başlıklara bağlanır. Matkaplar genellikle pens veya mandrene takıldıktan sonra pens malafası veya mandren fener miline bağlanır.



Şekil 1.27: Malafanın bağlanması

1.3.3. Delme İşlem Sırasının Açıklanması

Delikler delinmeden önce delik merkezleri markalama araçları ile boyanarak resim ölçülerine göre markalama işlemi yapılır. Merkezler noktalanarak kabaca kontrol daireleri çizilir.

- Delme işlemine uygun bağlama biçimi düşünülür. İş parçası delinecek yerin eksenine göre, yatay veya düşey konumda tezgâh tablası üzerine veya bağlama aparatına bağlanır.
- Kullanılacak matkap silindirik saplı ise mandrenlerle veya pens mandrenine, konik saplı ise adaptörle fener miline yahut üniversal başlığa bağlanır.
- Bağlanan matkabın tablaya dik veya yatay konumu kontrol edilmeli. Eksenli değilse komparatörle ayarlanması gereklidir.
- Deliğin merkezi önce bir punta matkabı ile delinir. Merkezleme deliği, ön delik olarak normal matkapla delinmemelidir. Aksi halde deliğin merkezi sapabilir.
- Delik çapı büyükse, merkezleme deliğinden sonra normal matkapla bir ön delik delinir sonra esas delik delinir.

1.3.4. Delik Büyütme İşlem Sırasının Açıklanması

Şekil 1.28: İşin tablaya bağlanması

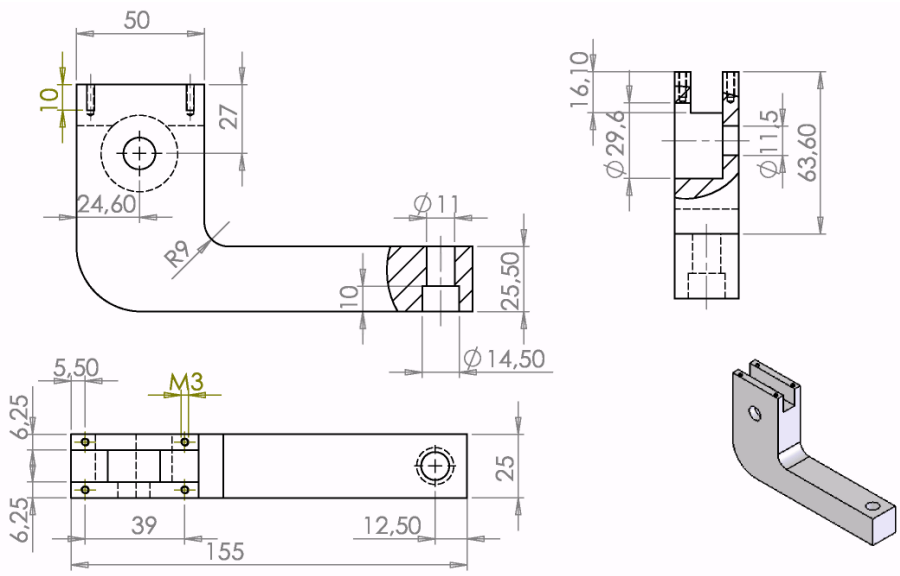
- Uygun bir punta matkabı ile önce bir merkez deliği delinir. Bunu takiben yine uygun bir normal matkapla ön delik delinir.
- Ön delikten sonra deliğin son çapına yakın bir matkapla delik büyütülür.
- Deliğin çapına ve boyuna uygun delik büyütme aparatı seçilerek bağlanır.
- Kalem, delik yüzeyine temas ettirilerek ilk ayarı yapılır ve ilk talaş verilir.
- Her talaş verilişinde kalem gevşetilir ve kalemi ilerleten mikrometrik tamburdan talaş derinliği verilir. Burada mikrometrik tamburdan verilen talaş ölçüsüne dikkat edilmelidir. Mikrometrik tambur bir tur çevrildiğinde delik çapında 0.5 mm büyüme olur.
- Delik büyütme katerleriyle çalışırken katerin ince ve boyunun uzun olması kesme esnasında esnemesine sebep olur. Bu yüzden talaş verirken derinliğinin az olmasına dikkat edilmelidir.
- Basit delik büyütme başlıklarıyla ve basit katerlerle delik büyütülürken deliğin çap ölçüsüne göre markalanması ve ayrıca kontrol dairesi çizilmesi çok yararlı olur.
- Kater, deliğin iç yüzeyinin her yerinden eşit miktarda talaş kaldıracak şekilde ayarlanmalıdır.

1.3.5. Delme ve Delik Büyütmede Dikkat Edilecek Kurallar

- Delinecek olan işin yüzeyinin temiz olması gerekir. Özellikle döküm parçaların yüzeylerindeki kum taneleri bir tel fırça ile temizlenmeli ve yüzeyleri markalama boyası ile boyanmalı ve markalanmalıdır.
- İşin, iş tablasına veya bağlanacak aparatın yüzeyine düzgün ve sağlam oturtulması gerekir. Bu işlem ölçü almada ve işin kuvvetli olarak bağlanması açısından önemlidir.
- İş parçasının X ve Y eksenlerinde mikrometrik bilezikler ya da dijital ekranda sıfırlama işlemi doğru yapılmalıdır.
- X ve Y eksenleri hareket ettirilerek delik ekseni düzgün ayarlanmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen el krikosunun kolon parçasını frezede ölçülere göre imal ediniz. 29,6 mm delik çapını elde etmek için delik büyütme aparatı kullanınız. Bu uygulama faaliyetinde grup çalışması önerilir.



İşlem Basamakları	Öneriler
• İş parçasını freze tezgâhında uygun ölçülerde işleyiniz. • İş parçasını tezgâh mengenesine sağlam bağlayınız. • Pens takımını tezgâh dikey başlığına bağlayınız • Sıfırlama probunu kullanarak delik deleceğiniz ekseni ayarlayınız. • Punta matkabını, pense takarak ilk önce delik delmeye başlayınız. • Sıra ile 5–11,5 mm çapındaki matkaplarla deliği boydan boya deliniz. • Sıra ile 16–20 mm çapındaki parmak freze ile deliği 18.75 mm derinliğe kadar deliniz. • Dikey başlığa delik büyütme aparatını takarak deliği 29,6 mm genişletiniz.	• Punta matkabı ile diğer matkaplara kılavuzluk etmek için delik deliniz. • Her matkap için devir sayılarını hesap ediniz. • Matkabın dönme yönüne dikkat ediniz. Saat yönünde dönmeleri gerekir. • Delik büyütme aparatında kullanacağınız delik katerinin uçlarını kontrol ediniz. Eğer uç körlenmiş ya da kırılmış ise değiştiriniz. Değiştirmediğiniz takdirde delik delme işlemi düzgün olmaz. Ayrıca aşırı ses yapar.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (**X**) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş parçasını tezgâha bağladınız mı?		
2. Hangi takımları kullanacağınıza karar verdiniz mi?		
3. İş parçasını tezgâh tablasına nasıl bağlayacağınıza karar verdiniz mi?		
4. İş parçasını tablaya bağladınız mı?		
5. Pens takımını dikey başlığa bağladınız mı?		
6. Sıfırlama probunu pens takımına bağladınız mı?		
7. İş parçasını X ve Y eksenlerinde sıfırladınız mı?		
8. Delik eksenini ayarladınız mı?		
9. Punta matkabını pens takımına bağlayarak kılavuz deliğini deldiniz mi?		
10. Küçükten büyüğe doğru matkapları pense bağlayarak delik büyütme işlemi yaptınız mı?		
11. Delik büyütme aparatını bağladınız mı?		
12. Deliği istenilen ölçüye göre büyüttünüz mü?		
13. Delik ölçüsünü kontrol ettiniz mi?		
14. Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi mekanizmayı oluşturan temel elemanlardan değildir?
   A) Gövde
   B) Miller
   C) Pense
   D) Dişli çarklar

2. Aşağıdakilerden hangisi sökülebilir birleştirme türlerindendir?
   A) Pimli birleştirmeler
   B) Kaynaklı birleştirmeler
   C) Yapıştırıcı ile birleştirmeler
   D) Perçinli birleştirmeler

3. Aşağıdakilerden hangisi ölçü sistemlerine göre vida çeşitlerindendir?
   A) Sol vida
   B) Tek ağızlı vida
   C) Kare vida
   D) Metrik vida

4. Whitworth vidaların diş açıları kaç derecedir?
   A) 60°
   B) 55°
   C) 50°
   D) 45°

5. Aşağıdakilerden hangisi Türk Standartları'na göre cıvata çeşitlerinden değildir?
   A) Altı köşe başlı
   B) Dört köşe başlı
   C) Küre başlı
   D) Tırtıl başlı

6. Aşağıdakilerden hangisi Momentin tanımıdır?
   A) Kuvvetin dönmesi
   B) Kuvvetin cisimleri döndürme etkisi
   C) Kuvvetin durması
   D) Kuvvetin kaldırması

7. Aşağıdakilerden hangisi çalışma konumlarına göre kama çeşitlerinden değildir?
   A) Enine kamalar
   B) Boyuna kamalar
   C) Teğet kamalar
   D) Eğimli kamalar

8. Aşağıdakilerden hangisi sökülemeyen birleştirme türlerinden değildir?
   A) Vidalı birleştirmeler
   B) Kaynaklı birleştirmeler
   C) Yapıştırıcı ile birleştirmeler
   D) Perçinli birleştirmeler

9. 9.Aşağıdakilerden hangisi perçinleme çeşitlerindendir?
   A) Ölçü sistemlerine göre
   B) Kesim sayısına göre
   C) Şekline göre
   D) Tutturma şekline göre

10. 10.Yapıştırma işleminde bağlantının mukavemeti aşağıdaki faktörlerden hangisine bağlı değildir?
   A) Yapıştırılan malzemesinin cinsi
   B) Yapıştırma malzemesinin (zamkın) cinsi
   C) Zamk tabakasının kalınlığı
   D) Zamkın akıcılığına

11. 11.Aşağıdakilerden hangisi delik delme için kullanılan kesicilerden değildir?
   A) Konik saplı matkaplar
   B) Namlu matkapları
   C) Havşa matkapları
   D) Parmak frezeler

12. 12.Takma uçlu delik büyütme aletlerine takılacak uçlar neye göre seçilir?
   A) İşlenecek malzemenin özelliğine göre
   B) İşlenecek malzemenin büyüklüğüne göre
   C) İşlenecek malzemenin kalınlığına göre
   D) İşlenecek malzemenin sayısına göre

13. 13.Parçaya dalabilen parmak frezelerin özelliği nedir?
   A) Sapları koniktir.
   B) Yan yüzeyleri düz kanallıdır.
   C) Alınlarında kesici ağızlar bulunur.
   D) Takma uçludur.

14. 14.Aşağıdakilerden hangisi delik büyütme işlem sırasından değildir?
   A) İş parçası tezgâha sağlam bir şekilde bağlanır.
   B) Punta matkabı tezgâha pens takımı ile bağlanır.
   C) Pens takımına bağlanan küçük çaplı matkap ile ön delik delinir.
   D) Yuvarlak eğe ile delik içi eğelenir.

15. 15.Delik büyütme işleminde punta matkabı ile delik niçin delinir?
A) Delinen deliği büyütmek için
B) Matkapların deliği istenilen konumda delebilmelerine yardımcı olmak için
C) Parçayı şekillendirmek için
D) İşin güzel görünmesi için

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ -2

AMAÇ

Dişli çarkların bağlanacağı milleri dayanım hesaplarına uygun olarak imal edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Evinizde, okulunuzda ve çevrenizde güç ve hareket iletimi yapan mekanizmaları gözlemleyiniz. Bunların güç ve hareket iletimlerini nasıl yaptıklarını bu öğrenme faaliyetine geçmeden hayal ediniz. Öğrenme faaliyeti bitiminde, öğrendiklerinizle tekrar bu mekanizmaların güç ve hareket aktarımını nasıl gerçekleştirdiklerini tespit edip, bu tespitinizi öğrenme faaliyeti başlamadan önceki hayal ettiklerinizle karşılaştırınız.

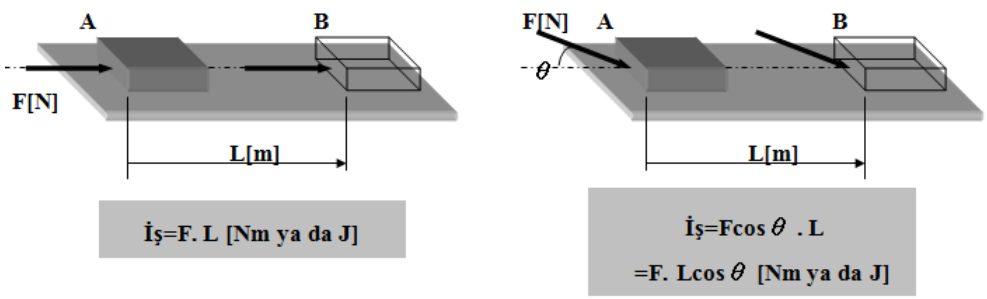
2. GÜÇ VE HAREKET İLETİMİ

Mekanizmaların taşıma, kaldırma, hareket üretme bakımında incelendiklerinde güç ve hareket iletimi en önemli konuların başlıcasıdır.

2.1. Gücün Tanımı

Birim zamanda yapılan işe güç denir. Simgesi P'dir. Bu tanımdan hareketle öncelikle işi tanımlamamız gerekmektedir.

İş (bazen buna mekanik iş de diyoruz), cisme uygulanan kuvvet ile cismin kuvvet tarafından hareket ettirildiği yolunun çarpımı olarak tanımlanır. Cismi, uygulanan kuvvetin yatay bileşeni hareket ettirmektedir.



Şekil 2.1: İşin tanımı

Tanımdan hareketle yeni bir birim [Nm] elde ettik. Burada işin birimi olarak [J](joule)'ü kullanıyoruz.

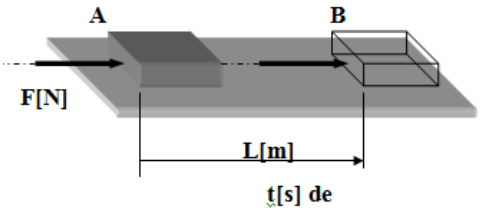
[J] **[Nm]** elde edildi.

Karıncaya düzgün bir mekanizma kullandırarak bir fil gibi iş yaptırabiliriz. Bunun ayrımını görebilmek için güce ihtiyacımız var. Güç de aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\text{Güç (P) [J/s ya da W]} = \frac{\text{İş[J]}}{\text{Zaman[s]}}$$

Gücün birimi [J/s] ya da [w](Watt)tır. Mekanikte ise [w]'ı kullandığımızda sık sık değerimiz büyük çıkabilir. Bu yüzdende daha çok [kw] kullanılır.

Yukarıda belirtilen güç denklemini nesnenin hızıyla aşağıdaki gibi elde edebiliriz.



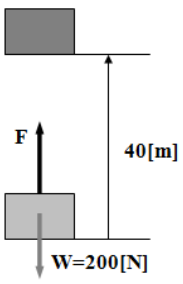
$$\text{Güç (P)[J/s ya da W]} = \frac{\text{İş[J]}}{\text{Zaman[s]}} = \frac{F \cdot L}{t} = F \cdot v$$

v; hız[m/s](=L/t)

Şekil 2.2: Güç

Örnek 1:

200[N]luk bir nesneyi 40[m] yukarıya 5 saniyede çıkarabilmek için iş miktarını ve gücü bulunuz.



Şekil 2.3: İş ve güç

Çözüm:

Uygulanan kuvvet nesnenin ağırlığına eşit olursa nesne hareket etmeyecektir. Nesnenin hareket edebilmesi için kuvvetin nesnenin ağırlığından biraz büyük olması yeterlidir. Bu yüzden burada işi hesaplamak için denge kuvvetlerini kullanacağız (burada kuvvet ağırlıktır.).

İş = 200[N]×40[m]

= 8000 [J]

Buradan da

$$\textbf{Güç}\ [\text{J/s yada W}] = \frac{\text{İş[J]}}{\text{Zaman[s]}} \qquad \textbf{= 8000 / 5 =1600 J/s ya da W}$$

bulunur.

Örnek 2:

1 ton ağırlığındaki cismi, 200 saniyede 60 metre yükseğe çıkarmak için gerekli gücü bulunuz.

Çözüm:

Cismin ağırlığı;

W = 1[t] = 1000[kgf] = 1000·10 [N] = 10000[N]

Bu W ağırlığını yukarı kaldıracak güce ihtiyacımız var. Bu da;

P = WL / s (ya da Wv) = 10000·60/200 = 3000[W] = 3[kW]

2.1.1. Güç ve Hareket İletimi

Mekanizmalarda güç ve hareket iletimi önemli bir konudur. Üretilen gücün ve hareketin aktarımı mekanizmalarda; miller, dişli çarklar, kayış kasnak tertibatları kullanılarak aktarılır.

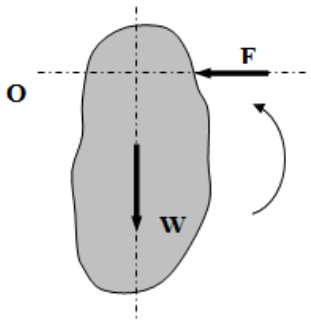
2.2. Dairesel Harekette Güç ve Döndürme Momenti

Gücün tanımı ve hesaplanmasını yukarıda açıkladık. Burada momentin tanımını yapıp, dairesel harekette güç ve moment ile ilgili olarak genel tanımlamaları yapacağız.

- Kuvvetin momenti

Katı cisimler üzerine kuvvet etki ettiğinde, cisim kuvvetin etkisi ile dönmeye zorlanır. Buna kuvvetin momenti denir. Biz kısaca buna moment diyoruz.

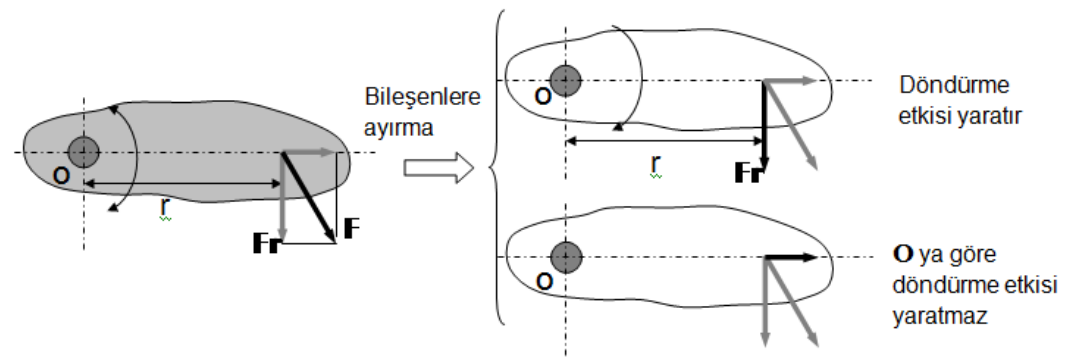
Referans noktasını O'ya göre düşünelim, Dönme merkezi O olarak belirlenmiş ve kuvvet momenti de aşağıda gösterildiği gibi O etrafında şekillenir.



Şekil 2.4: Kuvvet cisim üzerinde döndürme etkisi yaratır

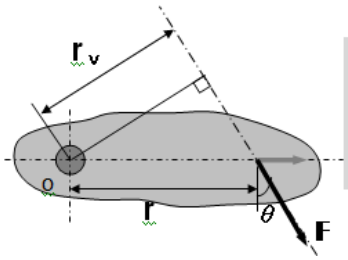
M = Fr . r [Nm yada Nmm].
r: kol uzunluğu [m ya da mm]
(Kol, kuvvetin uygulama noktası ile O bağlantı noktası arasıdır.)
Fr : Düşey bileşen kuvvet [N]

Aşağıda kuvvet momentinin oluşumu gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Kuvvet bileşenlerinin döndürme etkisi

Aşağıdaki yöntemle de kuvvetin momentini bulabiliriz.



M = F. r_v [Nm ya da Nmm].

r_v: hareket çizgisine olan dik uzaklık [m yada mm]

F: Uygulanan kuvvet [N]

Şekil 2.6: Kuvvetin momenti

$$M = M_1 + M_2 + \ldots\ldots$$

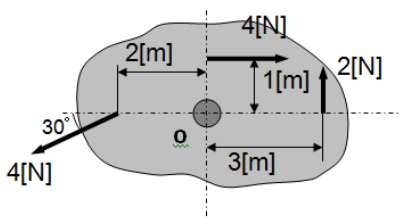
Momentte en önemli nokta, döndürme kuvvetinin saatin hareket yönüne göre olan yönüdür.

Cisme birden fazla kuvvet etki ettiğinde toplam moment(M); kuvvetlerin oluşturduğu momentin toplamına eşittir.

Mühendislikte, moment aynı zamanda tork olarak da bilinir.

Örnek 3:

O noktasına göre momenti bulunuz.



Şekil 2.7: Moment

Çözüm:

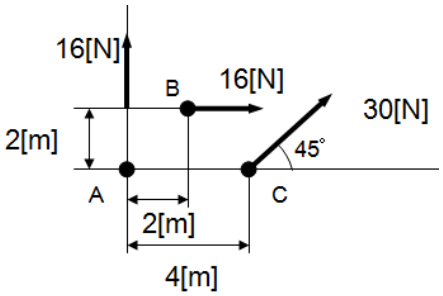
$M = -(4 \cdot 1) + (2 \times 3) + 4\sin 30^{o} \cdot 2$

$= -4 + 6 + 2 \cdot 2$

$= 6$ [Nm]

Örnek 4:

Şekildeki kuvvetlerin A, B ve C noktalarındaki momentini bulunuz.



Şekil 2.8: Moment

Çözüm :

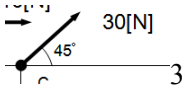
Öncelikli olarak C noktasındaki 30 [N]'luk kuvvetin yatay ve düşey bileşenlerini bulalım.

Yatay bileşen = 30 . cos 45° = 30 . 0,707 = 21,21 [N]

Dikey bileşen = 30 . sin 45 ° = 30 . 0,707 = 21,21 [N]

Moment hesaplamasına geçmeden önce moment yönü ile ilgili olarak bir tespit yapmamız gerekiyor. Saat yönündeki dönme etkisini -, saatin ters yönündeki dönmeleride + olarak kabul edelim.

A noktasına göre momenti bulalım. Bu noktaya göre; A noktasının üstünde olan 16 [N]'luk kuvvet ile 30 [N]'luk kuvvetin yatay bileşeni olan 21,21 [N]'luk kuvvet dönme merkezine dik oldukları için döndürme etkisi yaratmayacaktır. Bu yüzden moment hesaplanırken dikkate alınmayacaktır.



30 [N]'luk kuvvetin dikey bileşeni ==>> 21,21

M_A = -(2 . 16) + (4 . 21,21) = -32 + 84,84 = +52,84 [Nm]

Bunun anlamı; oluşan moment, sistemi saat yönünün tersine doğru döndürmektedir.

Şimdi de B noktasına göre momenti bulalım. Bu noktaya göre A noktasının üzerindeki 16 [N]'luk kuvvet ile 30 [N]'luk kuvvetin hem yatay bileşeni hem de dikey bileşeni döndürme etkisinde bulunur. B noktasındaki 16 [N]'luk kuvvet dönme merkezine dik olduğu için dikkate alınmayacaktır.

M_B = -(16. 2) + (21,21 . 4) + (21,21 . 2) = -32 + 84,84 + 42,42 = +95,26 [Nm]

Bunun anlamı; oluşan moment, sistemi saat yönünün tersine doğru döndürmektedir.

Şimdide C noktasına göre momenti bulalım. Bu noktaya göre A noktasının üzerindeki 16 [N]'luk kuvvet ile B noktasındaki 16 [N]'luk kuvvet etkisinde bulunur. C noktasındaki 30 [N]'luk kuvvet dönme merkezine dik olduğu için dikkate alınmayacaktır.

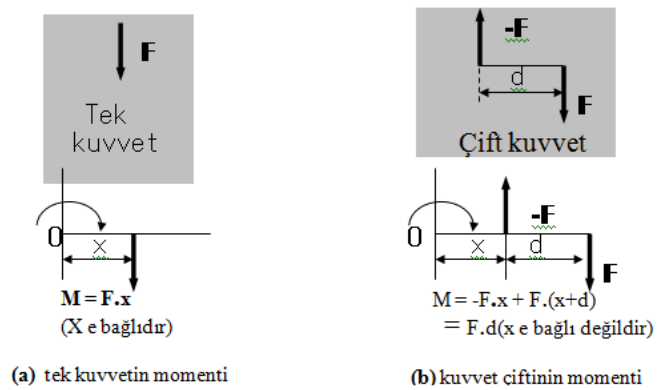
$$\mathbf{M_C = -(16.\ 4) - (16\ .\ 2) = -64 - 32 = -\ 96\ [Nm]}$$

Bunun anlamı; oluşan moment, sistemi saat yönünde döndürmektedir.

Kuvvet çifti:

Birbirine paralel, eşit şiddet ve ters yönlü iki kuvvetin oluşturduğu sisteme kuvvet çifti denir. Aşağıda tek kuvvet ve kuvvet çifti ile ilgili O noktasına göre moment hesabı gösterilmiştir.

Kuvvet çifti için moment M aşağıdaki gibi hesaplanır.



Şekil 2.9: Kuvvetin momenti ve O merkezli kuvvet çifti

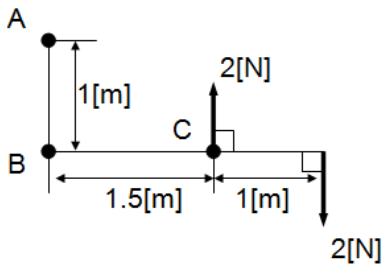
Bu yüzden aşağıdaki sonucu çıkarabiliriz.

Kuvvet çiftinin her noktaya göre momenti aynıdır. Buna göre formülümüz aşağıdaki gibidir.

Moment = F.d [Nm]
F: çiftin kuvveti [N]
d: çiftin uzaklığı [m]

Örnek 5:

Aşağıda görülen kuvvet çiftinin A ve B ve C noktalarına göre ayrı ayrı momentini bulunuz.



Şekil 2.10: Kuvvet çifti

Çözüm:

Burada A noktası ve B noktasına göre kuvvet çiftinin momentini bulurken dikkat edeceğimiz nokta; kuvvetlerin dönme merkezlerine olan dik uzaklıklarıdır ve kuvvet çiftinde, moment hesaplamaları yapılırken kuvvet çiftinin dönme merkezine olan uzaklıklarına bakılmıyor, kuvvet çiftini oluşturan kuvvetlerin kendi aralarındaki uzaklığa bakılıyor. Bu yüzden her iki noktaya göre yapılacak olan hesaplamalarda sonuçlar aynı çıkacaktır.

A, B ve C notalarındaki moment 2 . 1 = 2 [Nm] olacaktır.

2.3. Miller ve Muylular

Miller ve muylular mekanizmaların hareket oluşturmadaki en önemli elemanlarıdır.

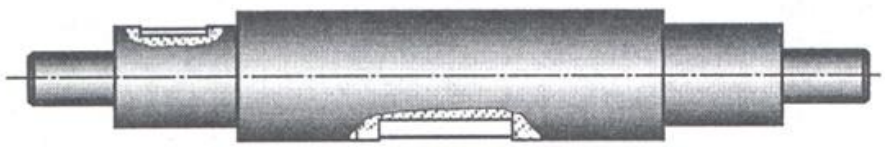
2.3.1. Milin Tanımı ve Çeşitleri

Enine kesitleri daire, çapına göre boyları uzun, dönme hareketi yaparak üzerindeki elemana hareket veren ya da hareket alan makine elemanıdır.

Çeşitleri;

1. Düz miller
2. Krank mili
3. Eğilebilen miller
4. Kamalı miller
5. İçi boş miller

Düz miller: Çeşitli boylarda düz ya da kademeli işlenmiş mildir. Üzerinde elemanların tespiti için kama kanalı, vida veya pim deliği açılmıştır. Uzun olanları birden fazla yatakla desteklenir. Kısmen ya da tamamen sertleştirilerek kullanılır.



Şekil 2.11: Düz mil

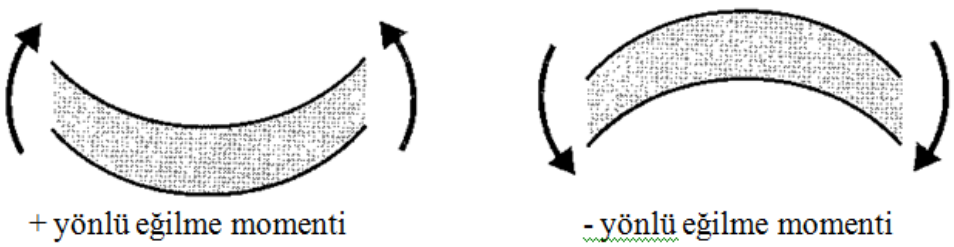
Mil çeşitleri

Yük	Mil	Kullanım Amacı
Eğilme kuvvetine maruz mil	Aks	Araba gibi gövdeleri taşıyan iskelet.
Burulma kuvvetine maruz mil	Güç aktarma mili	Güç aktarımında kullanılır.
	Ana mil	Takım tezgâhlar vb. kullanılır.
Birden fazla yüke maruz mil	Türbin mili	Gemi uskur milinde ve uçaklarda kullanılır.
	Krank mili	İçten yanmalı motorlarda gidip gelen hareketi dönme hareketine çevirir.
	Bükülebilen mil	Burulma rijitliği az olmasına rağmen eğilme rijitliği oldukça yüksektir. Küçük güçlerin aktarımında kullanılır.

Tablo 2.1: Mil çeşitleri

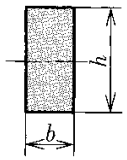
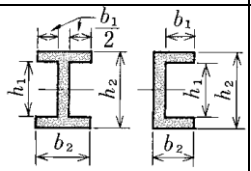
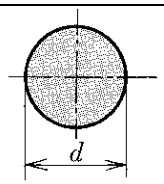
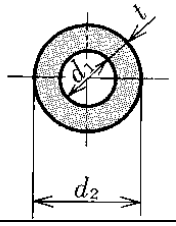
- Sadece eğilme kuvvetine maruz milin hesabı

Çekme ve basma gerilmeleri eğilme momenti ile oluşur (Eğilme momenti cismi eğmeye zorlar). Eğilme momenti aşağıdaki gibi bir yöne sahiptir.



Şekil 2.12: Eğilme momentinin yönü

Dayanım momenti(W) eğilme momentine karşı mukavemeti gösterir. **Kesit atalet momenti (I)** eğilme güçlüğü derecesini gösterir. Dayanım momenti ve kesit atalet momenti cismin şekline ve kesit ölçüsüne göre değişir.

Kesit[mm]	A[mm^2]	I[mm^4]	W[mm^3]
	$b \times h$	$\frac{1}{12} \times b \times h^3$	$\frac{1}{6} \times b \times h^2$
	$b_2 \times h_2 - b_1 \times h_1$	$\frac{1}{12} \times (b_2 \times {h_2}^3 - b_1 \times {h_1}^3)$	$\frac{1}{6} \times \frac{b_2 \times {h_2}^3 - b_1 \times {h_1}^3}{h_2}$
	$\frac{\pi}{4} \times d^2$	$\frac{\pi}{64} \times d^4$	$\frac{\pi}{32} \times d^3$
	$\frac{\pi}{4} \times ({d_2}^2 - {d_1}^2)$	$\frac{\pi}{64} \times ({d_2}^4 - {d_1}^4)$	$\frac{\pi}{32} \times \frac{{d_2}^4 - {d_1}^4}{d_2}$

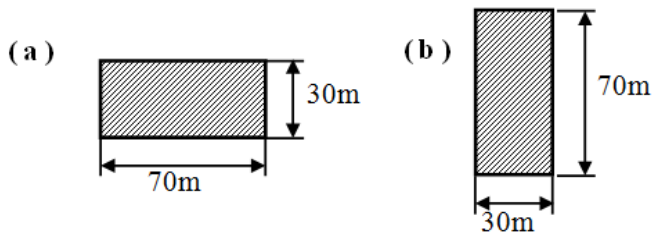
Tablo 2.2: Kesit Alanı (A), kesit atalet momenti (I), dayanım momenti (W)

Eğilme momenti (M), eğilme gerilmesi **(σ) ve** dayanım momenti **(Z)** arasındaki ilişki aşağıdaki ifade ile gösterilir:

$$M = \sigma \times Z \qquad (3\text{-}2)$$

Örnek 6:

Aşağıda gösterilen iki değişik dikdörtgenin kesit atalet momenti ve dayanım momentini hesaplayınız.



Cevap:

(a)

$$I = \frac{1}{12} \times 70 \times 30^3 = 157.5 \times 10^3$$

$\underline{157.5 \times 10^3 [mm^4]}$

$$W = \frac{1}{6} \times 70 \times 30^2 = 10.5 \times 10^3$$

$\underline{10.5 \times 10^3 [mm^3]}$

(b)

$$I = \frac{1}{12} \times 30 \times 70^3 = 857.5 \times 10^3$$

$\underline{857.5 \times 10^3 [mm^4]}$

$$W = \frac{1}{6} \times 30 \times 70^2 = 24.5 \times 10^3$$

Sadece eğilme kuvvetine maruz kalan milin hesabı dairesel kesite göre yapılır.

Eğilme momenti M[Nmm], müsaade edilebilir (emniyetli) eğilme gerilmesi σa[MPa], dayanım momenti Z[mm^3 ve mil çapı d[mm] olmak üzere aşağıdaki ifadeler kullanılabilir.

$M = \sigma_\alpha . Z$ ((3–3) / (3–2) nolu ifadeden)

$W = (\pi . d^3) / 32$ (Tablo 3-2'den)

Mil çapı bu ifadelerden çıkarılabilir:

$$d \geqq \sqrt[3]{\frac{32M}{\sigma_a \pi}} \fallingdotseq \sqrt[3]{\frac{10M}{\sigma_a}}$$

Örnek 7:

60[Nm] değerinde eğilme momenti tatbik edilen milin çapını hesaplayınız. Müsaade edilen eğilme gerilmesi 45[MPa]'dır.

$$d \geqq \sqrt[3]{\frac{10M}{\sigma_a}} = \sqrt[3]{\frac{10 \times 60 \times 10^3}{45}} = 23.7$$

Örnek 8:

Uygulanan yük 800[N], müsaade edilen emniyetli gerilme (σ_a) 50[MPa] olduğuna göre 200[mm] uzunluğunda olan milin çapını hesaplayınız.

Eğilme momenti, M:

$$M = 200 \times 800 \times 2 = 320000 \quad 320000[\text{Nmm}]$$

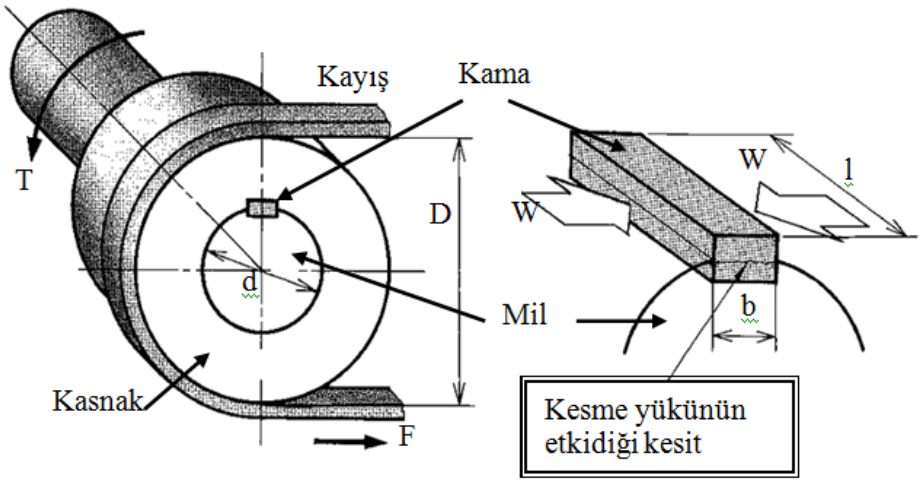
$$d \geqq \sqrt[3]{\frac{10 \times 320000}{50}} = 40$$

- Sadece döndürme kuvvetine maruz milin hesabı

Mekanik parçalar sık sık kesme ve burulma kuvvetlerine maruz kalır. Örneğin kasnağı mile sabitleyen bir kamada kesme kuvveti oluşur. Kuvvet aktaran bir milde ise burulma kuvveti meydana gelir. Bu yüzden belli bir görevi ifa eden milin zarar görmemesi için kesme **(τ)** ve burulma gerilmelerinin hesap edilmesi gerekir.

Emniyetli (müsade edilen) kesme gerilmesi malzemeye göre değişir. Kesme gerilmesi burulma gerilmesi olarak da isimlendirilir.

Kama kasnağı mile tutulduğu için **kesme yükü**; kayışın kasnağı döndürmesi ile kama üzerinde meydana gelir.



Şekil 2.13: Kesme kuvvetine maruz kama

Kamanın genişliği b[mm], uzunluğu l[mm] olduğuna göre kesme kuvvetinin (**τ**) etkilediği alan b×l olacaktır. Kesme yapacak yük (W[N]) bu alana tesir eder. Kesme kuvveti **τ**[MPa]:

$$\tau = \frac{W}{bl}$$

Ayrıca milde meydan gelen döndürme momenti **(T[N · mm]):**

$$T = W\frac{d}{2}$$

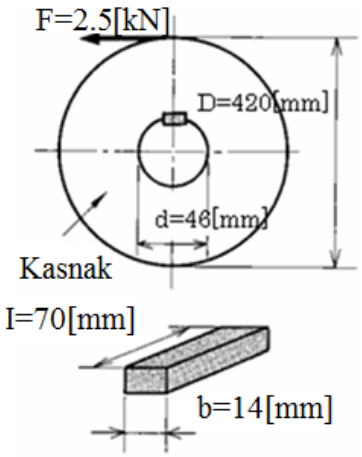
Burada da hatırlatalım döndürme momentine **tork** da denilmektedir. **(T[N · mm])**.

Aşağıdaki ifade yukarıdaki iki ifadeden çıkarılabilir.

$$\tau = \frac{W}{bl} = \frac{1}{bl} \times \frac{T}{\frac{d}{2}} = \frac{2T}{bld}$$

Soru 1:

Kama üzerinde oluşan kesme gerilmesini hesaplayınız. Mil çapı 46[mm], kasnağın çapı 420[mm], İletilen kuvvet 2,5[kN] ve kamanın genişliği 14[mm], uzunluğu 70[mm]dir.

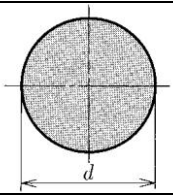
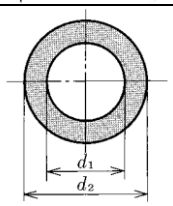


Şekil 2.14: Soru 1

Polar atalet momenti**(I_p)** ve polar dayanım momenti**(Z_p)** kesit ölçülerine ve şekline göre değişir. Döndürme momenti(T) ve polar dayanım momenti (Z_p) ve kesme gerilmesi (τ) arasındaki ilişki

$$T = \tau \times Z_p$$

Tablo 3.3 içi dolu ve boş dairelerin polar atalet ve dayanım momentlerini göstermektedir.

Kesit[mm]	$I_p[mm^4]$	$Z_p[mm^3]$
	$\frac{\pi}{32} \times d^4$	$\frac{\pi}{16} \times d^3$
	$\frac{\pi}{32} \times (d_2{}^4 - d_1{}^4)$	$\frac{\pi}{16} \times \left(\frac{d_2{}^4 - d_1{}^4}{d_2} \right)$

Tablo 2.3: (Ip) ve (Z_p)

Soru 2:

İçi boş olan mil üzerinde meydana gelen kesme gerilmesini hesaplayınız. Dış çap (d2) 60[mm], iç çap (d1) 40[mm]dir. Mil üzerine etkiyen tork 570[N・m]dir.

Soru 3:

İçi boş milin polar dayanım momentine eşit olan mil çapını hesaplayın. Bu kesitler arasındaki oranı hesaplayın.

Milin aktardığı tork T[N・mm], müsaade edilen kesme gerilmesi τ_a[MPa], polar dayanım momenti Z_p[mm^3] ve mil çapı d[mm] olduğuna göre bu ifadeler arasındaki ilişki:

$$T \leqq \tau_a \times Z_p$$

$$Z_p = \frac{\pi d^3}{16} \qquad \text{（Tablo 3-3'ten）}$$

Milin çapı yukarıdaki ifadeden çıkarılabilir.

$$d \geqq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \ \tau_a}} \fallingdotseq \sqrt[3]{\frac{5T}{\tau_a}}$$

Soru 4:

50[Nm] değerinde tork yüklenen mil çapını hesaplayınız. Müsaade edilen kesme gerilmesi 30[MPa].

- Eğilme ve burulma kuvvetine maruz kalan milin hesabı

Bir mil hem eğilme hem de burulma kuvvetine aynı anda maruz kalıyorsa **eşdeğer eğilme momenti (Me)** ve **eşdeğer burulma momenti (Te)** hesaplanır.

$$T_e = \sqrt{T^2 + M^2}$$

$$M_e = \frac{M + \sqrt{T^2 + M^2}}{2} = \frac{M + T_e}{2}$$

Eşdeğer eğilme momenti ve eşdeğer burulma momenti değerleri (3–4) (3–6) ifadelerinde ya da (3–5) (3–7) ifadelerinde yerine konularak mil çapı bulunabilir.

$$d \geqq \sqrt[3]{\frac{10M_e}{\sigma_a}} \qquad \text{ve} \quad d \geqq \sqrt[3]{\frac{5T_e}{\tau_a}}$$

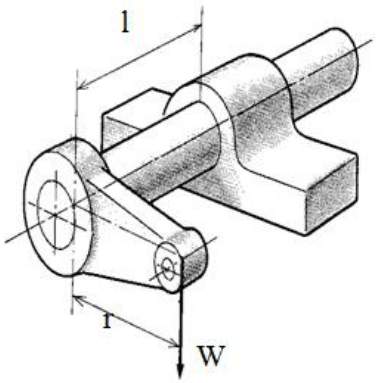
(Milin içi boş olduğunda)

$$d_2 \geqq \sqrt[3]{\frac{10M_e}{\sigma_a\left\{1-\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4\right\}}} \qquad \text{ve} \qquad d_2 \geqq \sqrt[3]{\frac{5T_e}{\tau_a\left\{1-\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4\right\}}}$$

Hesaplanan bu iki değerden büyük olanı tercih ediniz.

Soru 5:

Şekil 3-40 da görülen milin çapını hesap ediniz. W=400[N], l=500[mm], r 300[mm], müsaade edilen eğilme gerilmesi (σa)= 40[MPa], müsaade edilen kesme gerilmesi (τa)= 30[MPa]dir.



Şekil 2.15: Soru 5

- **Döndürme momenti ve mil çapı**

İletilen güç ve mil çapı arasındaki ilişki aşağıdaki ifade ile bulunur:

Güç, P[kW], devir sayısı, n[dev/dk.] ve tork T[Nmm] ile ifade edilirse

$$1000P = \frac{T}{1000} \times \frac{2 \times \pi \times n}{60} \qquad \text{((3-1) ifadesinden)}$$

Yukarıdaki eşitlikten.

$$T = 9.55 \times 10^6 \frac{P}{n}$$

Mil çapı yukarıdaki ifadeden ve (3–6) nolu ifadeden çıkarılır.

$$d \geqq \sqrt[3]{\frac{5T}{\tau_a}} = \sqrt[3]{\frac{5}{\tau_a} \times 9.55 \times 10^6 \frac{P}{n}} = 363 \times \sqrt[3]{\frac{P}{\tau_a \times n}}$$

Soru 6:

3[kW] değerinde güç aktaran mil çapını hesaplayınız. Milin devir sayısı 1200[dev/dk.] ve müsaade edilen kesme gerilmesi (τa)25[MPa]dir.

Soru 7:

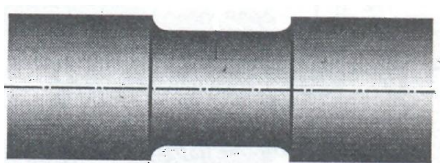
3[kW]lık güç aktaran milin üzerine etkiyen torku hesaplayınız. Milin devir sayısı 500[dev/dk.]dır.

Soru 8:

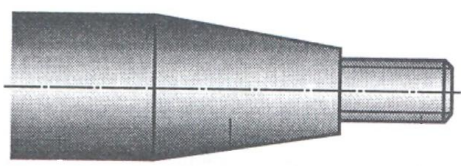
2[kW]lık güç aktaran milin çapını hesaplayın. Milin devir sayısı 600[dev/dk.] ve müsaade edilen kesme gerilmesi 30[MPa]dır.

2.3.2. Muylunun Tanımı ve Çeşitleri

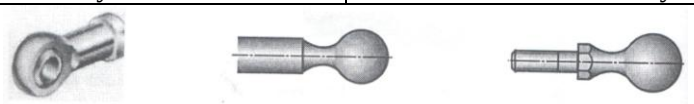
Millerin yataklar içinde kalan (çalışan) kısımlarıdır. Sürtünerek çalıştıkları için yüzeyleri hassas işlenmelidir. Milin kullanım ömrünü uzatmak için muylular üzerine burç yapılabilir. Çeşitleri; uç muylu, ara muylu, konik muylu, küresel muylu ve taraklı muyludur.



Ara muylu

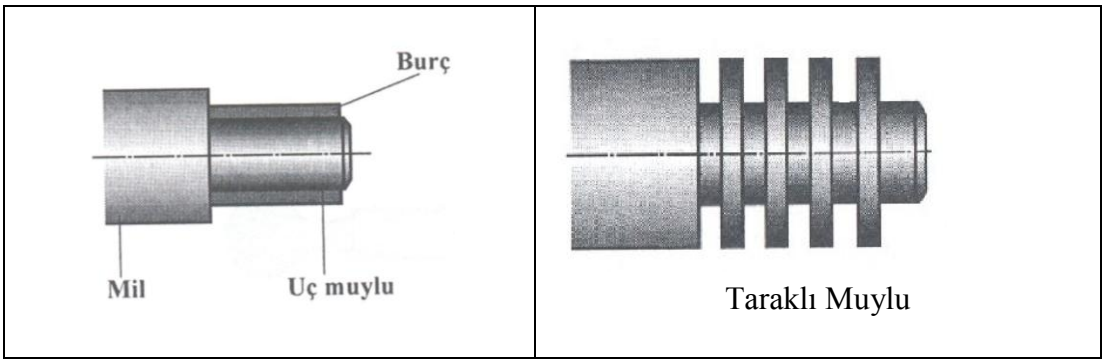


Konik muylu



Küresel muylu

Şekil 2.16: Muylular



Şekil 2.16 Muylular

2.4. Yataklar

Milleri muylu kısımlarından destekleyen, radyal ve eksenel yükleri karşılayan, minimum sürtünme ve maksimum taşıma kapasitesine sahip elemanlardır.

2.4.1. Tanımı, Önemi ve Çeşitleri

Makinede hareket iletmek için kullanılan miller mutlaka yataklanmalıdır. Kullanılan yatağın özellikleri; makinenin gücünü, kapasitesini, verimini ve kullanım ömrünü doğrudan etkiler.

Yataklar, dönme anında oluşan sürtünme direnci ve gelen yükün doğrultusuna göre sınıflandırılır.

1. Kayma dirençli (kaymalı) yataklar
    a. Radyal kaymalı
    b. Eksenel kaymalı
2. Yuvarlanma dirençli (rulmanlı) yataklar
    a. Radyal rulmanlar
    b. Eksenel rulmanlar

Bu öğrenme faaliyetimizde kayma dirençli yatakları kullanacağımız için şimdi kayma dirençli yatakları inceleyelim. Yuvarlanma dirençli yatakları sonraki öğrenme faaliyetlerinde tekrar detaylı olarak ele alacağız.

2.4.2. Kayma Dirençli Yataklar

Delik yüzeyi ile muyluyu çevreleyen, muylu ile arasında kayma direnci oluşan yatak türüdür. Metal ya da metal olmayan malzemelerden yapılır.

Metalin esneme özelliği az, yataklama yüzeyine dar, yağlama fonksiyonlarının yetersiz olmasından dolayı son yıllarda metal yatakların yerine, plastik ve fiberden yapılan yataklar yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

- Radyal kaymalı yataklar

Bir kaymalı yatak mil eksenine dik gelen kuvvetleri karşılıyorsa, buna radyal kaymalı yatak denir. Bütün veya parçalı olarak yapılır.

Şimdi radyal kaymalı yatağın parçalarını inceleyelim

- Yatak gövdesi

Kullanma yerinin özelliğine göre; dökme demir, çelik, metal alaşımları veya sert plastikten yapılır. Ana gövdeye cıvata, somun ve saplama ile bağlanır. Büyük boyutlu olanların iç kısmı yağ deposu olarak kullanılır. Üzerinde yatak kapağı, yatak burcu, yağlama kanalı, gres nipeli gibi elemanlar bulunur.

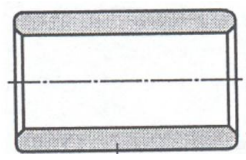
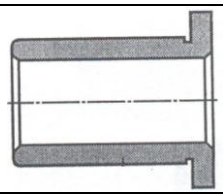
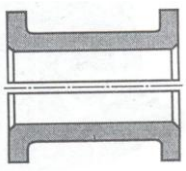
- Yatak kapağı

Parçalı yataklarda yatak burcunu, yatak gövdesine tespit etmek için kullanılır. Gövdeye cıvatayla bağlanır. Bazı durumlarda yağ nipeli ve gres kutusunu üstünde taşır. Gövde ile aynı gereçten yapılır.

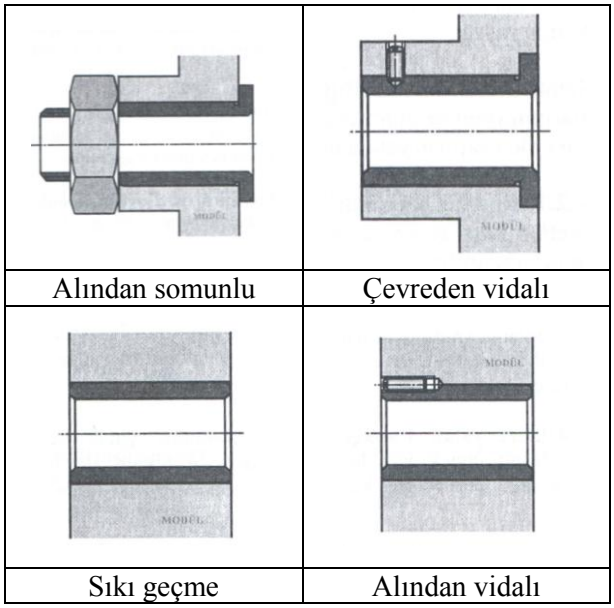
- Yatak burcu

Kayma dirençli yatakların en önemli elemanıdır. Tek parçalı veya iki parçalı yapılır. Dış yüzeyleri sıkı geçme toleransında (s6, r6), iç yüzeyleri kaygan geçme toleransında (H6, H7) işlenir. Yapımı ve değiştirilmesi kolay olduğu için muylu gerecinden daha yumuşak olması istenir. Burçlar; dökme demir, bronz, pirinç, beyaz metal, fiber, teflon, grafit gibi malzemelerden yapılır.

Aşağıdaki şekillerde; yatak burçlarını ve gövde içerisinde dönmesini engellemek için değişik montaj yöntemlerini göreceksiniz.

		
Düz burç	Faturalı burç	Parçalı burç (ara muylu için)

Şekil 2.17: Burç çeşitleri

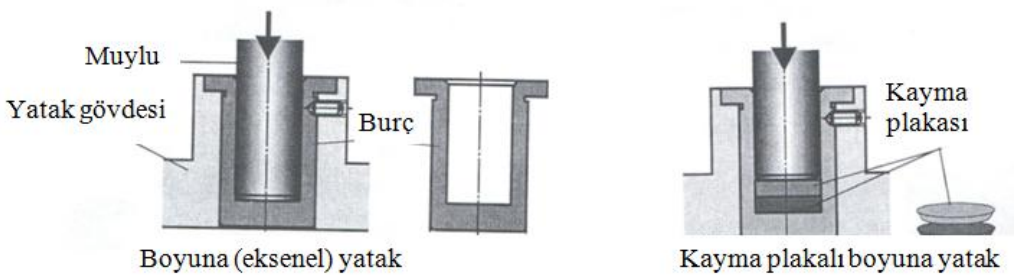


Şekil 2.18: Burçların gövdeye bağlantı şekilleri

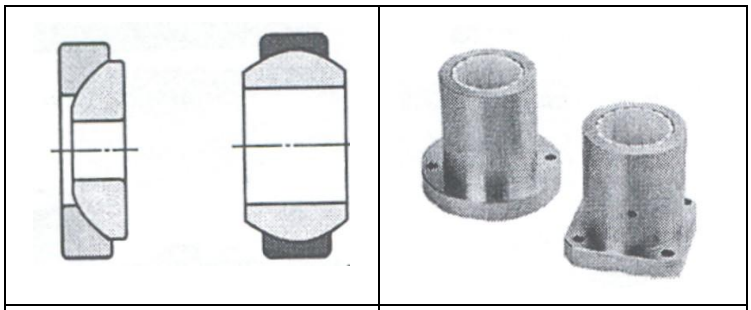
- Boyuna kaymalı yataklar

Bir kaymalı yatağa yük, eksenine paralel geliyorsa, bu tür yataklara boyuna kaymalı yatak denir.

Eksenel yataklarda, yük muylunun çevresel yüzeyinde değil, alın yüzeyindedir. Burç ve muylu aşınması radyal yataklara göre daha fazladır. Aşınmayı önlemek için kayma plakaları kullanılır. Plakalarda biri muylu ile birlikte döner, diğeri burç içinde sabittir.



Şekil 2.19: Boyuna kaymalı yatak çeşitleri

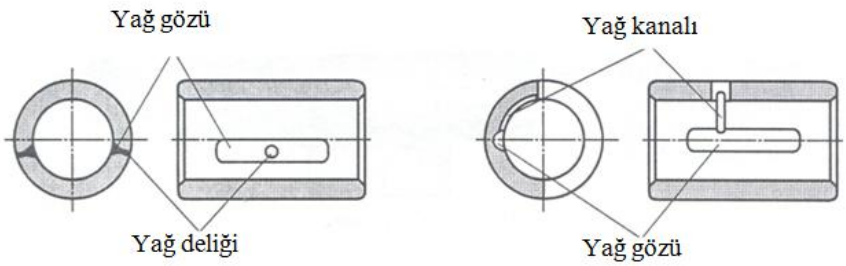


Küresel yatak	Eksenel yatak

Şekil 2.20: Boyuna kaymalı yatak çeşitleri

- Kaymalı yatakların yağlanması:

Kaymalı yataklarda sürtünme yüzeyi geniş olduğu için yağlama önemlidir. Yağlama yatak burcu ile muylunun sürtünme yüzeyine yapılmalıdır. Yağlama şekli; sıçratmalı, damlatmalı, basınçlı, otomatik ve sisli olabilir. Yağ filmi oluşması için yatak burçlarının iç yüzeylerine yağ gözü ve yağ kanalı açılmalıdır. Yüksek devirli millerde sıvı yağ, düşük devirli millerde gres yağı kullanılmalıdır.



Şekil 2.21: Yatak burçlarının yağlanması

2.4.3. Yuvarlanma Dirençli Yatak

Millere desteklik yapar. Kaymalı yataklar gibi millerin dönme ve doğrusal hareketlerinin iletiminde kullanılır.

2.4.3.1. Yuvarlanmalı Yatakların (Rulmanlar) Tanımı ve Kullanıldığı Yerler

Hareket, kayma yerine yuvarlanma olarak meydana gelir. Bu da kaymaya göre sürtünme direncini azaltır, büyük dönme hızları sağlar. Dönen millere desteklik eden, dönmeyi bilye veya makarayla sağlayan standart makine parçalarına **yuvarlanma dirençli yataklar** denir.

Şekil 2.22: Yuvarlanma dirençli yataklar

Yuvarlanmalı yataklar, çeşitli koşullar için birbirlerinden farklı şekillerde üretilmiştir. Ancak temelde hepsinde yuva içerisine yerleştirilen dış bilezik, mil üzerine geçirilen iç bilezik, bilezikleri birbirinden ayıran yuvarlanma elamanları ve bu elemanların birbirlerine değmesini önleyen kafesten oluşmuştur. Yuvarlanmalı yataklar, kaymalı yataklar gibi dönme ve salınım hareketinin olduğu yerlerde kullanılır. Hareket ve gücün miller aracılığıyla iletilmesi sırasında kaymalı yataklara göre ekonomik ve teknik yönden üstünlükleri vardır.

Bu üstünlükler şunlardır:

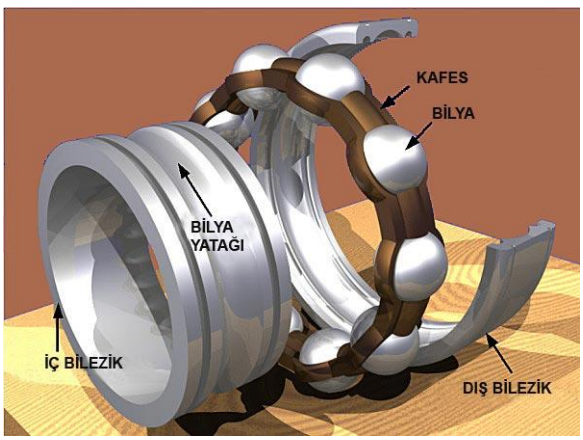
- Sık sık durdurulup çalıştırılan makineler için elverişlidir.
- Boyutlarının küçük olması nedeniyle az yer kaplar.
- Dönen ve yuvarlanan elemanların temas noktaları az olduğu için kullanılacak yağ tüketimi azdır.
- Kolay merkezlenir.
- Bakımı ve değiştirilmeleri kolaydır.

Yuvarlanmalı yataklar pahalıdır. Sarsıntılı ve darbeli yükler için güvenli değildir. Takılmaları ve sökülmeleri zordur. Bu olumsuzluklara rağmen yüksek devirli orta yüklerin iletilmesinde tercih edilir.

Yuvarlanmalı yatakların kullanılma amaçlarına göre çok çeşitleri vardır, sonunda her birinin kullanılma yeri ve özellikleri üzerinde durulacaktır. Burada genel anlamda kullanılma yerlerini sayacak olursak dişli ile çalışan, motorlu taşıtlar, elektrik motorları, raylı taşıtlar, gemi inşaatları, hadde makineleri, transmisyon millerinin yataklanması, iş makinelerinde, tarım makinelerinde, uçak endüstrisi gibi yerlerde kullanılır.

2.4.3.2. Yuvarlanmalı Yatakların Sınıflandırılması

Yuvarlanma elemanlı yataklar, üzerlerine etki eden kuvvetin yönüne göre temelde iki ana gruba ayrılır. Mil eksenine dik yöndeki kuvvetleri karşılayan yataklara enine (radyal) yataklar denir. Mil eksenine paralel yöndeki kuvvetleri taşıyan yataklara da eksenel (boyuna) yataklar adı verilir. Enine (radyal) yataklar eksene dik gelen kuvvete ek olarak bir miktar eksenel yük, eksenel yataklar da eksen doğrultusundaki kuvvete ek olarak bir miktar enine yük taşıyabilir. Hem enine yataklar hem de eksenel yataklar yuvarlanma elemanlarının şekline ve biçimlerine göre bilyeli yataklar ve makaralı yataklar olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır.



Şekil 2.23: Rulman yapısı

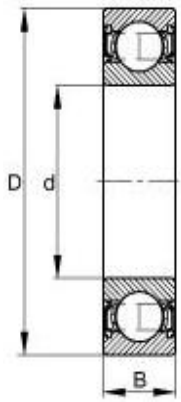
Şekil 2.24: Çeşitli rulmanlar

2.4.3.3. Yuvarlanmalı Yatakların TS Çizelgeleri

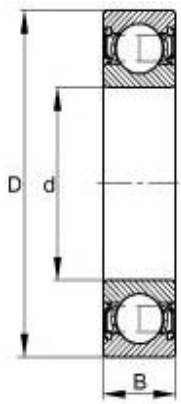
Yuvarlanma dirençli yatakların her biri ayrı bir işlevi yerine getireceği için standart bir şekilde üretilmesi ve piyasaya sürülmesi kullanıcıların kataloglardan doğru seçmesi gereğini ortaya koymaktadır. Yatak tipi ve şeklinin bilinmesi yanında nerede, hangi tip ortamlarda, yatağı etkileyebilecek yüklerin, yönlerinin ve şiddetinin bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yatak üreten işletmeler, sınıflandırmaları konusunda belirtildiği gibi çok sayıda ve çeşitli üretim yapmaktadır. Bunların arasında en doğru olanını seçmek bilgi ve tecrübe gerektirmektedir.

Standart çizelgelerden yatak seçilirken yatağın yüklü dönmesi, sabit durması veya salınım (sarkaç) hareketinde çalışması şekli tespit edilmelidir. Dönme hallerinde dinamik yük, durma hallerinde statik yük vardır. Yuvarlanmalı yataklar; DIN, ISO ve TSE'ye göre standartlaştırılmıştır. Üretici firmalar standartlara güre katalog hazırlamıştır. Şekil 3.25'te yuvarlanmalı yataklara ait standartlar verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde, delik çapı (d), dış çap (D), genişlik (B) gibi temel ölçüleri görülür.

Yuvarlanmalı yatak çizelgelerinde yatağa ait sembollerin satırında boyutlar, yük taşıma kapasiteleri ve devir sayıları bulunur (Şekil 3.25). Standart çizelgelerin kullanılmasını bir örnekle açıklayalım: Seri sembolü 6006 olan yuvarlanmalı yatağın diğer ölçülerini çizelgeden bulalım. Tablodan önce birinci sütundan seri sembolü 6006 bulunur. Sonra sembolün satırında d=30, D=55, B=l3, r=1,5 değerleri tespit edilir.

Seri6 	Sembol	Boyutlar				Yük Taşıma Kapasitesi		Devir Sayısı Sınırları	
		d	D	B		Dinamik (Kg)	Statik (Kg)	Gres Yağı	Sıvı Yağ
	623	3	10	4		375	176	40000	48000
	624	4	13	5		695	335	38000	45000
	625	5	16	5		865	440	36000	43000
	626	6	19	6		1290	695	32000	38000
	627	7	22	7		2500	1340	30000	36000

Şekil 2.25: Standart çizelgelerin kullanılması

Seri60 	Sembol	Boyutlar				Yük Taşıma Kapasitesi		Devir Sayısı Sınırları	
		d	D	B	r	Dinamik (Kg)	Statik (Kg)	Gres Yağı	Sıvı Yağ
	6003	17	35	10	0,5	600	325	20000	25000
	6004	20	42	12	1	930	500	16500	20000
	6005	25	47	12	1	1000	585	14500	18000
	6006	30	55	13	1,5	1270	800	12000	15000
	6007	35	62	14	1,5	1600	1020	10500	13000

Şekil 2.26: Standart çizelgelerin kullanılması

2.4.3.4. Yuvarlanmalı Yatakların Takılacağı Mil ve Yuvaya Verilecek Toleranslar

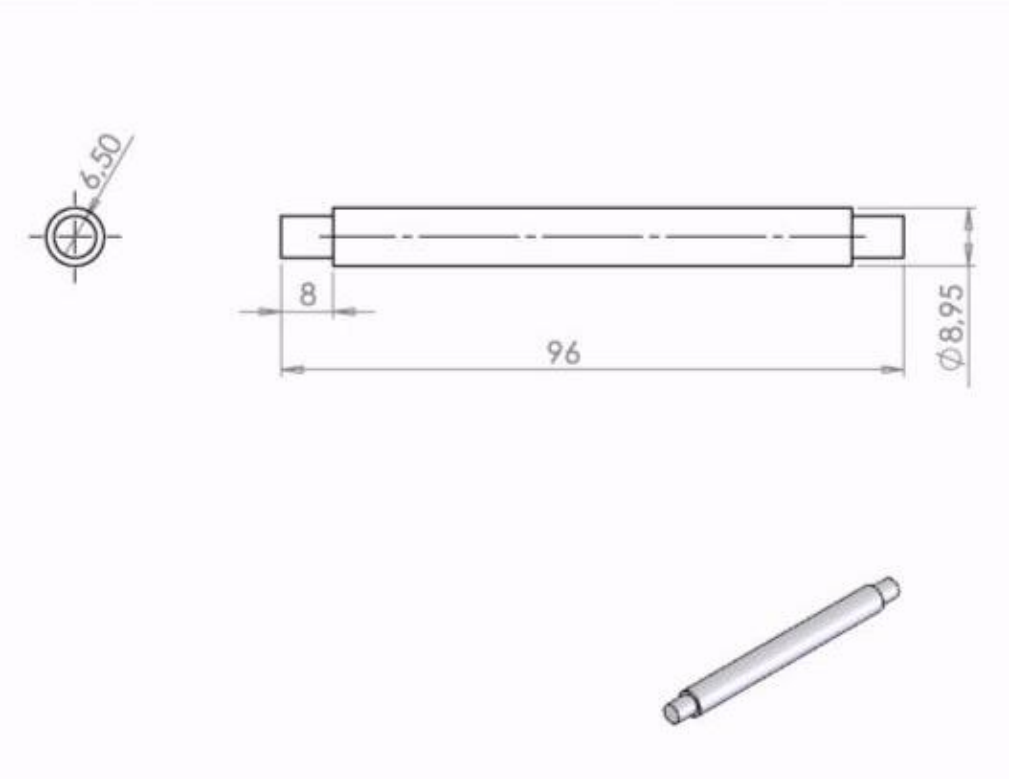
Yatağın iç bileziği mildeki muyluya, dış bileziği de yatak yuvasına belirli toleranslarda sıkı geçmelidir. Yatağın markasına göre firmasının katalogundan montaj toleransları seçilmelidir.

Bilyeli rulmanlar için:
Milin muylusuna ait tolerans:……j5, j6, k5, k6
Rulman yuvası toleransı: ……..…H7, J6

Makaralı rulmanlar için
Milin muylusuna ait tolerans:……k5, k6, m5
Rulman yuvası toleransı:……...H7, K6

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda ölçüleri verilen milin dayanım hesaplarını yapınız. El presinde yapılacak işler için uygun olup olmadığını kararlaştırınız. Torna tezgâhında emniyet kurallarına dikkat ederek imal ediniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Eğilme ve burulma hesaplarını yapınız. ➢ Mil el presinde kullanmaya uygun değil ise mil çapı hesabını yaparak yeni mil çapını belirleyiniz. ➢ Belirlediğiniz ölçülerdeki mili yapmak için uygun ölçülerdeki malzemeyi testere ile kesiniz. ➢ Alın ve boyuna tornalama yaparak mili imal ediniz.	➢ Testere lamasını kontrol ediniz. ➢ Torna kalemini punta ekseninde bağlayınız. ➢ Uygun devir sayısını hesaplayınız. ➢ Güvenli çalışma kurallarına dikkat ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi işin birimidir?
A) Volt
B) Kilogram
C) Amper
D) Joule

17. Aşağıdakilerden hangisi gücün tanımıdır?
A) Birim zamanda yapılan iştir.
B) Birim zamanın iki katında yapılan iştir.
C) Kısa sürede yapılan iştir.
D) Uzun sürede yapılan iştir.

18. Aşağıdakilerden hangisi 500[N]luk bir nesneyi 120[m] yukarıya 10 saniyede çıkarabilmek için gerekli olan güç miktarıdır?
A) 6 W
B) 60 W
C) 600 W
D) 6000 W

19. Mekanizmalarda üretilen gücün ve hareketin aktarımı aşağıdakilerden hangisi ile yapılamaz?
A) Miller
B) Vidalar
C) Dişli çarklar
D) Kayış kasnak tertibatları

20. Mühendislikte moment aynı zamanda ne olarak bilinir?
A) Tork
B) Merkezcil kuvvet
C) Merkezkaç kuvveti
D) Atalet

21. Aşağıdakilerden hangisi kuvvet çiftinin tanımıdır?
A) Birbirine paralel, eşit şiddet ve aynı yönlü iki kuvvetin oluşturduğu sisteme kuvvet çifti denir.
B) Birbirine paralel, farklı şiddet ve ters yönlü iki kuvvetin oluşturduğu sisteme kuvvet çifti denir.
C) Birbirine paralel, farklı şiddet ve aynı yönlü iki kuvvetin oluşturduğu sisteme kuvvet çifti denir.
D) Birbirine paralel, eşit şiddet ve ters yönlü iki kuvvetin oluşturduğu sisteme kuvvet çifti denir.

22. Aşağıdakilerden hangisi mil çeşitlerinden değildir?
    A) Düz miller
    B) İstavroz miller
    C) Krank mili
    D) Kamalı miller

23. Kesme gerilmesi ne olarak da isimlendirilir?
    A) Yorulma gerilmesi
    B) Kırılma gerilmesi
    C) Burulma gerilmesi
    D) Gerdirme gerilmesi

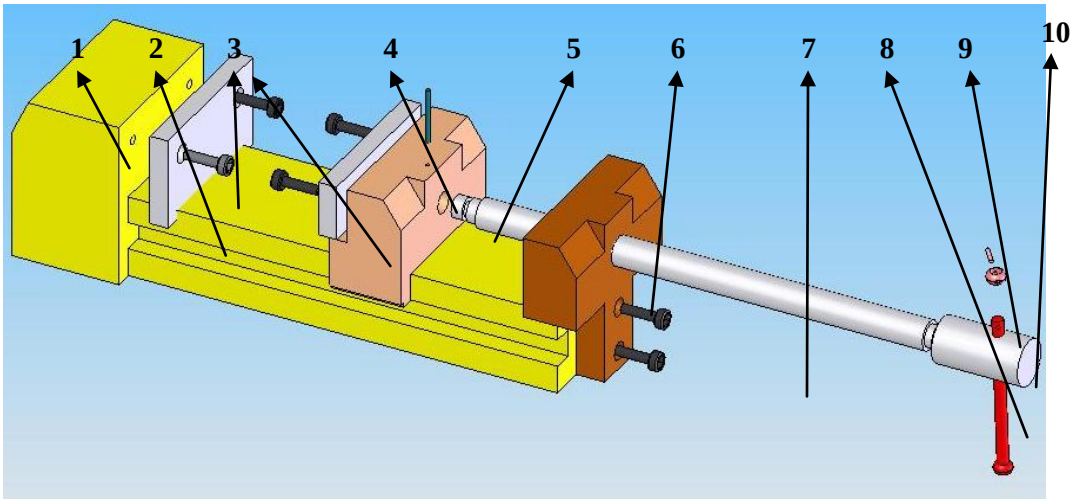
24. Aşağıdakilerden hangisi muylunun tanımıdır?
    A) Vidaların yataklar içinde çalışan kısımlarıdır.
    B) Millerin yataklar içinde çalışan kısımlarıdır.
    C) Dişlilerin yataklar içinde çalışan kısımlarıdır.
    D) Perçinlerin yataklar içinde çalışan kısımlarıdır.

25. Aşağıdakilerden hangisi burç çeşitlerinden değildir?
    E) Düz burç
    F) Faturalı burç
    G) Parçalı burç
    H) Eğimli burç

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME



1	Sabit çene ve gövde
2	Vidalar
3	Ağızlar
4	Vidalı mil sabitleme pimi
5	Hareketli çene
6	Vidalı yatak
7	Vidalı mil
8	Sıkma kolu
9	Bilezik sabitleme pimi
10	Bilezik

Yukarıda resmi verilen atölyenizdeki matkap tezgâhında kullanılan mengeneyi sökerek, 8 numara ile gösterilen sıkma kolunun çapını 2 mm büyütüp, tekrar birleştiriniz.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ – 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**C**
2	**A**
3	**D**
4	**B**
5	**C**
6	**B**
7	**D**
8	**A**
9	**B**
10	**D**
11	**B**
12	**A**
13	**C**
14	**D**
15	**B**

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**D**
2	**A**
3	**C**
4	**B**
5	**A**
6	**D**
7	**B**
8	**C**
9	**B**
10	**D**

KAYNAKLAR

- ISHIDA Yasuhiro, Murat ÖZDEVECİ, Mustafa GÜNEŞ, **Otomasyon Mekaniği,** MEB, JICA, Eylül, 2005.
- KARTAL Faruk, Sabahattin ÇİMENTEPE, **Makine Elemanları,** Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, 2000.
- ŞAHİN Naci, **Tesviyecilik Meslek Teknolojisi III**, 2001.